Relazione tecnica di invarianza idraulica e idrogeologica

Settimo Milanese (MI)

Presentato a:

Equinix srl

Inviato da:

WSP ITALIA S.r.l.
Via S. Caboto 7 20094 Corsico (MI) Italia

24682983

24/04/2024

Lista di distribuzione

WSP Italia srl

ARUP

EQUINIX

Indice

1.0 INTRODUZIONE 1

1.1 Struttura del documento 3

2.0 DESCRIZIONE DEL PROGETTO 4

2.1 Descrizione degli edifici 4

2.1.1 Edificio ML 5.1 4

2.1.2 Edificio ML 5.2 4

2.2 Localizzazione dell'area di intervento 4

2.3 Intervento in esame 6

2.3.1 Impianto di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche 1

3.0 INQUADRAMENTO NORMATIVO E VINCOLISTICO 2

3.1 Inquadramento normativo 2

3.2 Vincoli idraulici e idrogeologici 2

3.2.1 Direttiva Alluvioni 2007/06/CE (D.Lgs. n. 49 del 23/02/2010) 2

3.2.2 Vincolo idrogeologico 4

3.3 Piano di governo del Territorio 4

4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E IDRAULICO 7

4.1 Inquadramento geologico 7

4.1.1 Stratigrafia locale 9

4.2 Assetto idrogeologico 9

4.2.1 Idrogeologia locale 10

5.0 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA 11

5.1 Modalità di calcolo 11

5.2 Precipitazione di progetto 12

5.2.1 Curva di possibilità pluviometrica 12

5.2.2 Calcolo dello ietogramma di pioggia 15

5.3 Metodo della corrivazione 16

6.0 MODALITÀ DI INTERVENTO 18

6.1 Verifica dei requisiti minimi di invarianza idraulica e dei principali parametri ambientali / progettuali 18

6.2 Dimensionamento del bacino di infiltrazione 20
6.2.1 Bacino nord 20
6.2.2 Bacino ovest 22
6.2.3 Ampliamento bacino sud 24
7.0 PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DELL'OPERA DI INVARIANZA 26
7.1 Manutenzione programmata della rete di raccolta delle acque piovane 26
7.2 Manutenzione programmata del disoleatore 26
7.3 Manutenzione programmata della vasca di laminazione, dei bacini di infiltrazione e del punto di scarico 27
1.0 INTRODUZIONE 1
1.1 Struttura del documento 3
2.0 DESCRIZIONE DEL PROGETTO 4
2.1 Descrizione degli edifici 4
2.1.1 Edificio ML 5.1 4
2.1.2 Edificio ML 5.2 4
2.2 Localizzazione dell'area di intervento 4
2.3 Intervento in esame 6
2.3.1 Impianto di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche 1
3.0 INQUADRAMENTO NORMATIVO E VINCOLISTICO 2
3.1 Inquadramento normativo 2
3.2 Vincoli idraulici e idrogeologici 2
3.2.1 Direttiva Alluvioni 2007/06/CE (D.Lgs. n. 49 del 23/02/2010) 2
3.3 Pano di governo del Territorio 4
4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E IDRAULICO 7
4.1 Inquadramento geologico 7
4.2 Assetto idrogeologico 9
4.2.1 Idrogeologia locale 10
5.0 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA 11
5.1 Modalità di calcolo 11
5.2 Precipitazione di progetto 12
5.2.1 Curva di possibilità pluviometrica 12

5.2.2 Calcolo dello ietogramma di pioggia 15

5.3 Metodo della corrivazione 16

6.0 MODALITÀ DI INTERVENTO 18

6.1 Verifica dei requisiti minimi di invarianza idraulica e dei principali parametri ambientali / progettuali 18

6.2 Dimensionamento del bacino di infiltrazione 20

6.3 Piano di manutenzione ordinaria e straordinaria dell'opera di invarianza 26

6.4 Manutenzione programmata della rete di raccolta delle acque piovane 26

6.5 Manutenzione programmata del disoleatore 26

6.6 Manutenzione programmata della vasca di laminazione, del bacino di infiltrazione e del punto di scarico 27

TABELLE

Tabella 1: Valori del coefficiente di deflusso per diverse tipologie di area (Art. 11 del Regolamento Regionale 23 novembre 2017 - n.7) 12

Tabella 2: Calcolo della portata delle acque bianche con il metodo della corrivazione. 17

FIGURE

Figura 1: Ubicazione dell'area di proprietà (in blu) e dell'area di intervento (in rosso) su base CTR della Regione Lombardia a scala 1:10.000 5

Figura 2: Stato attuale dell'area di intervento (fonte Google Earth aggiornata al 2018) 6

Figura 1: Individuazione degli edifici ML 5.1 e ML 5.2 2

Figura 2: Ubicazione dell'area di proprietà (in blu) e dell'area di intervento (in rosso) su base CTR della Regione Lombardia a scala 1:10.000 5

Figura 3: Stato attuale dell'area di intervento (fonte Google Earth aggiornata al 2023) – in rosso i confini dell'area di proprietà, in verde il ML 5.1 e in blu il ML 5.2 6

Figura 4: Complesso EQUINIX ed identificazione delle superfici impermeabili (fonte tavola: ML052-ARP-00-ZZ-PE-A-SITE-0004-RED.dwg) 1

Figura 5: Aree soggette a rischio idraulico, Regione Lombardia; in rosso l'ubicazione dell'Area di Progetto (Direttiva Alluvioni 2007/60/CE - Revisione 2022) 3

Figura 6: Mappa Rischio Idraulico, Regione Lombardia; in rosso l'ubicazione dell'Area di Progetto 4

Figura 7: Estratto tratto dalla Carta dei Vincoli (Aggiornamento dello studio geologico a supporto della pianificazione urbanistica comunale P.G.T del comune di Settimo Milanese), in blu l'area di intervento 5

Figura 8: Estratto Tav. DP.3-01amb trasf 2000_APR del PGT comunale di Settimo Milanese, in giallo l'ubicazione dell'Area di Progetto. 6

Figura 9: Estratto tratto dalla Carta Geologica di Italia, scala 1: 50.000 (fonte ISPRA Ambiente) 7

Figura 10: Estratto tratto dalla Carta geolitologica con elementi pedologici scala 1:5000 (fonte (PGT comune di Settimo Milanese – dicembre 2008)) 8

Figura 11: Esempio della tipologia di terreni riscontrati durante le indagini integrative (sedimenti rilevati tra i 5 e i 10 m da p.c.), ed estratto della curva granulometrica ottenuta da un campione prelevato in sito ad una profondità di 1,7 m....9

Figura 12: Carta idrogeologica e idrografica (PGT comune di Settimo Milanese – dicembre 2008) 10

Figura 13: Modalità di calcolo in relazione al coefficiente di Deflusso Medio Ponderale, tratto dal Regolamento Regionale n.7 del 27 novembre 2017 11

Figura 14: Parametri Curve di Possibilità Pluviometrica, sito di progetto. (ARPA Lombardia - SIDRO)....13

Figura 15: Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno relativi al sito in progetto 14

Figura 16: Ietogramma di tipo Chicago calcolato per l'area di intervento....16

Figura 17: Andamento altezze di pioggia relative all'area di intervento....16

Figura 18: Complesso delle opere di invarianza idraulica per la gestione delle acque meteoriche nelle aree di pertinenza di ML 5.1 e ML 5.2 Building 1 e del Building 2 20

Figura 19: Sezione del bacino di infiltrazione di nuova realizzazione (Fonte tavola: ML052-ARP-00-ZZ-PE-A-ZZZZ-3001_Bacino d'infiltrazione-Dettaglio). 22

Figura 20: Esempio di piccolo bacino di infiltrazione riempito dopo una precipitazione intensa (fonte: Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile; Politecnico di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, CAP Holding Spa, 2018) 22

Figura 21: Esempio di bacino di infiltrazione con sistemi vegetati con capacità di laminazione e depurazione Wetlands (Stagni di ritenzione)....22

Figura 22: Particolare costruttivo del bacino di infiltrazione ovest....23

Figura 23: Esempio di piccolo bacino di infiltrazione riempito dopo una precipitazione intensa (fonte: Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile; Politecnico di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, CAP Holding Spa, 2018) 24

Figura 24: Particolare costruttivo del bacino di infiltrazione....25

Figura 25: Dettagli costruzioni/demolizioni ampliamento del bacino 25

1.0 INTRODUZIONE

Su incarico della società Equinix srl è stata predisposta la presente relazione tecnica riguardante la definizione degli interventi atti a garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrogeologica, ai sensi del Regolamento Regionale (R.R.) 23 novembre 2017, n. 7, pubblicato sul supplemento n. 48 BURL del 27 novembre 2017 e del R.R. 19 aprile 2019, n. 8, pubblicato sul supplemento BURL n. 17 del 24 Aprile 2019.

Il controllo e la gestione delle acque pluviali, secondo quanto previsto dal Regolamento sopracitato, dovrebbero essere eseguiti attraverso sistemi che garantiscano il riuso, l'infiltrazione e l'evapotraspirazione delle stesse, nello specifico il Regolamento prevede il seguente ordine di priorità di interventi (art.5 comma 3):

- riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità; quali inaffiamenti, giardini, acque grigie e di lavaggio di pavimenti e auto;
- infiltrazione nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, compatibile con le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche e con le normative vigenti;
- scarico in corpo idrico superficiale, naturale, artificiale, con limiti di portata identificati dal R.R. 07/2017 o in fognatura.

Obbiettivo principale di tale regolamento è infatti quello di preservare le risorse idrogeologiche e ridurre gli effetti degli scarichi urbani sulle portate di piena dei corsi d'acqua recettori.

L'intervento oggetto del presente documento verrà eseguito in due fasi distinte (**Figura 1**):

- costruzione del Building 1 denominato ML 5.1, già avvenuta e conclusa in data Settembre 2022 per cui era già stato predisposto un documento di invarianza idraulica ed erano già state realizzate le opere;
- costruzione del Building 2 denominato ML 5.2, per cui è necessaria la predisposizione di questo nuovo documento di invarianza idraulica che tenga in considerazione le opere già realizzate e ne consideri l'adeguamento e/o la realizzazione di nuove opere.

Figura 1: Individuazione degli edifici ML 5.1 e ML 5.2

La società EQUINIX, sensibile alla tutela del territorio e cosciente della necessità di preservare le risorse ambientali, ha previsto e realizzato per la costruzione del ML 5.1 le seguenti opere di invarianza idraulica:

1) un sistema di raccolta delle acque piovane composto da una serie di pozzetti ispettivi e tubazioni di collettamento, che permetto di contenere oltre 50 m^3;

2) una vasca di laminazione della capienza di 725 m^3, in grado di gestire eventi piovosi con Tr = 50 anni, così come richiesto dal Regolamento Regionale;

3) un bacino di infiltrazione delle acque meteoriche, con capienza di 100 m^3, in grado di gestire, in maniera diretta, lo smaltimento per infiltrazione nei livelli di suolo superficiali (primi 0,50 m da p.c.) delle acque meteoriche degli eventi pluviali di minore entità (con Tr=50 anni);

4) un tank di accumulo e raccolta delle acque piovane provenienti dal tetto dell'edificio principale, di capienza pari a 5 m^3, connesso all'intera rete di raccolta delle acque.

Come si vedrà nel seguito, per la gestione delle acque derivanti dall'unione del ML 5.1 e del ML 5.2 (di nuova costruzione), risulta necessario realizzare:

1) ampliare il bacino di infiltrazione già realizzato (+30 m^3) portando la capienza complessiva a 130 m^3, in grado di gestire, in maniera diretta, lo smaltimento per infiltrazione nei livelli di suolo superficiali (primi 0,50 m da p.c.) con Tr=50 anni);

2) realizzare un bacino di infiltrazione delle acque meteoriche, con capienza di 348 m^3, in grado di gestire, in maniera diretta, lo smaltimento per infiltrazione nei livelli di suolo superficiali (primi 0,90 m da p.c.) delle acque meteoriche degli eventi pluviali di minore entità (con Tr=50 anni);

3) realizzare un bacino di infiltrazione delle acque meteoriche, con capienza di 70 m^3, in grado di gestire, in maniera diretta, lo smaltimento per infiltrazione nei livelli di suolo superficiali (primi 0,50 m da p.c.) delle acque meteoriche degli eventi pluviali di minore entità (con Tr=50 anni).

I manufatti già realizzati e le nuove opere, connessi tra di loro, permettono il rispetto dei limiti imposti dal Regolamento Regionale 07/2017 e di tutelare l'ambiente idrogeologico nello scenario attuale (presenza di un Data Center) e nello scenario futuro (costruzione di un nuovo Data Center identificato come ML 5.2).

Tra le possibili opere di invarianza idraulica, non è stata presa in considerazione l'installazione di pozzi perdenti in quanto le caratteristiche idrogeologiche dell'area di intervento (presenza di un livello piezometrico rilevato in sito compreso tra i 4,60 m (aprile 2019) e i 3,0 m (agosto 2018) da p.c.), non permettono di mantenere un franco di sicurezza tra il fondo pozzo e la superficie piezometrica di almeno 2 m., fondamentale per l'installazione di pozzi perdenti

1.1 Struttura del documento

Il presente documento è costituito dai seguenti capitoli:

- **Capitolo 1:** introduzione;
- **Capitolo 2**: descrizione del progetto;
- **Capitolo 3:** inquadramento normativo e vincolistico;
- **Capitolo 4:** inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico;
- **Capitolo 5:** dimensionamento delle opere di invarianza idraulica;
- **Capitolo 6:** modalità di intervento;
- **Capitolo 7:** piano di manutenzione ordinaria e straordinaria.

2.0 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto urbanistico prevede la realizzazione di un Data Center denominato Equinix ML5 all'interno del complesso industriale "Il Castelletto".

L'intervento è stato realizzato con la costruzione del fabbricato denominato "ML5.1" conclusa a Settembre 2022 (prot. n. 00034287 del 5 novembre 2018), ed è intenzione di EQUINIX costruire un nuovo fabbricato denominato "ML5.2" all'interno del Piano Attuativo denominato "Castelletto Uno", nel Comune di Settimo Milanese (MI).

La destinazione d'uso prevista per entrambi gli edifici è quella di "Data Center", ossia una funzione rivolta ad ospitare spazi destinati allo stoccaggio e rielaborazione di dati informatici. L'edificio funge principalmente da grande contenitore di apparecchiature informatiche (server) e di locali tecnici necessari al loro funzionamento oltre che al funzionamento dell'edificio stesso.

2.1 Descrizione degli edifici

2.1.1 Edificio ML 5.1

L'edificio ML5.1 si sviluppa su tre livelli fuori terra all'interno di una sagoma rettangolare di dimensioni circa 49 x 59 m. Il complesso si compone di un edificio principale dove si colloca l'attività di data center e di due volumi tecnici minori, posizionati nell'angolo Sud - Est del lotto, nello specifico: una cabina elettrica di trasformazione elettrica (ENEL) e una sottostazione per gli impianti idrici antincendio.

Il volume si sviluppa per un'altezza massima di 23,6 m misurata dalla quota ±0.00 (quota di riferimento del marciapiede in prossimità dell'accesso all'area) al filo superiore del volume tecnico di copertura. L'interpiano tipico tra due livelli consecutivi è di 6,00 m ed è conformato per ospitare un pavimento sopraelevato di 80 cm e lo spazio per gli impianti tecnologici a soffitto. Non sono previsti locali interrati. Ogni piano dell'edificio è composto sostanzialmente da: una "data hall" (sala in cui sono posizionati i server quali elemento fondamentale dell'attività), un blocco uffici, un'area destinata alla logistica e locali tecnici, sia a servizio della "data hall" che dell'edificio.

2.1.2 Edificio ML 5.2

L'edificio ML 5.2 si svilupperà su tre livelli fuori terra all'interno di una sagoma rettangolare di dimensioni circa 39 x 59 m.

Come per l'edificio ML 5.1 il volume si svilupperà per un'altezza massima di 23,6 m misurata dalla quota ±0.00 (quota di riferimento del marciapiede in prossimità dell'accesso all'area) al filo superiore del volume tecnico di copertura. L'interpiano tipico tra due livelli consecutivi è di 6,00 m ed è conformato per ospitare un pavimento sopraelevato di 80 cm e lo spazio per gli impianti tecnologici a soffitto. Non sono previsti locali interrati. Ogni piano dell'edificio è composto sostanzialmente da: una "data hall" (sala in cui sono posizionati i server quali elemento fondamentale dell'attività), un blocco uffici, un'area destinata alla logistica e locali tecnici, sia a servizio della "data hall" che dell'edificio.

2.2 Localizzazione dell'area di intervento

L'area di intervento, ubicata nel comune di Settimo Milanese, al confine con il comune di Cornaredo, e ricadente all'interno del Foglio B6A2 della Carta Tecnica Regionale – Regione Lombardia, risulta completamente dismessa, priva di strutture / edifici e vegetata (**Figura 2**, **Figura 3**).

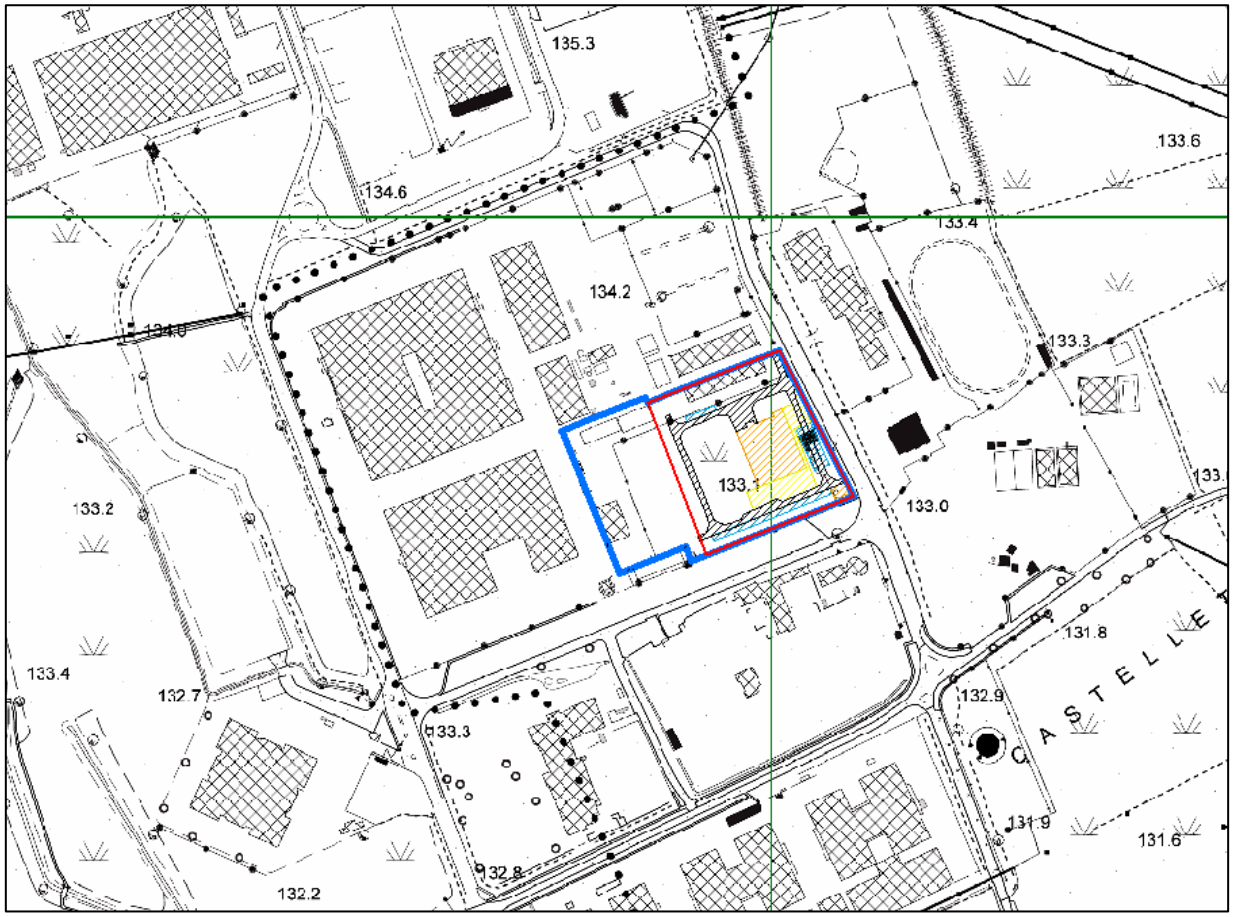


Figura 2: Ubicazione dell'area di proprietà (in blu) e dell'area di intervento (in rosso) su base CTR della Regione Lombardia a scala 1:10.000

Attualmente, sull'area insiste il ML 5.1 ubicato nella porzione est unitamente alla viabilità interna, ai parcheggi e le prime opere di invarianza idraulica.

La porzione di sito in cui verrà edificato il ML 5.2 si presenta privo di strutture con il sedime in terra o parzialmente inerbito (**Figura 3**).

Figura 3: Stato attuale dell'area di intervento (fonte Google Earth aggiornata al 2023) – in rosso i confini dell'area di proprietà, in verde il ML 5.1 e in blu il ML 5.2

2.3 Intervento in esame

L'intervento, oggetto di verifica dell'invarianza idraulica, occuperà solo parte dell'area di proprietà EQUINIX (**Figura 4**), e di questa solo una parte verrà occupata da strutture impermeabili tra cui edifici, strade e parcheggi.

Per tale motivo, così come previsto dal Regolamento Regionale 07/2017 (art. 3 comma 5), le misure di invarianza idraulica esposte e valutate nei successivi capitoli sono state applicate all'intera superficie del lotto interessato dall'intervento (ML5.1 e ML 5.2), pari a circa 3,7 ettari e caratterizzata da circa 1,59 ha di superfici impermeabili; dal calcolo sono state escluse le aree non oggetto dell'intervento incolte / verdi.

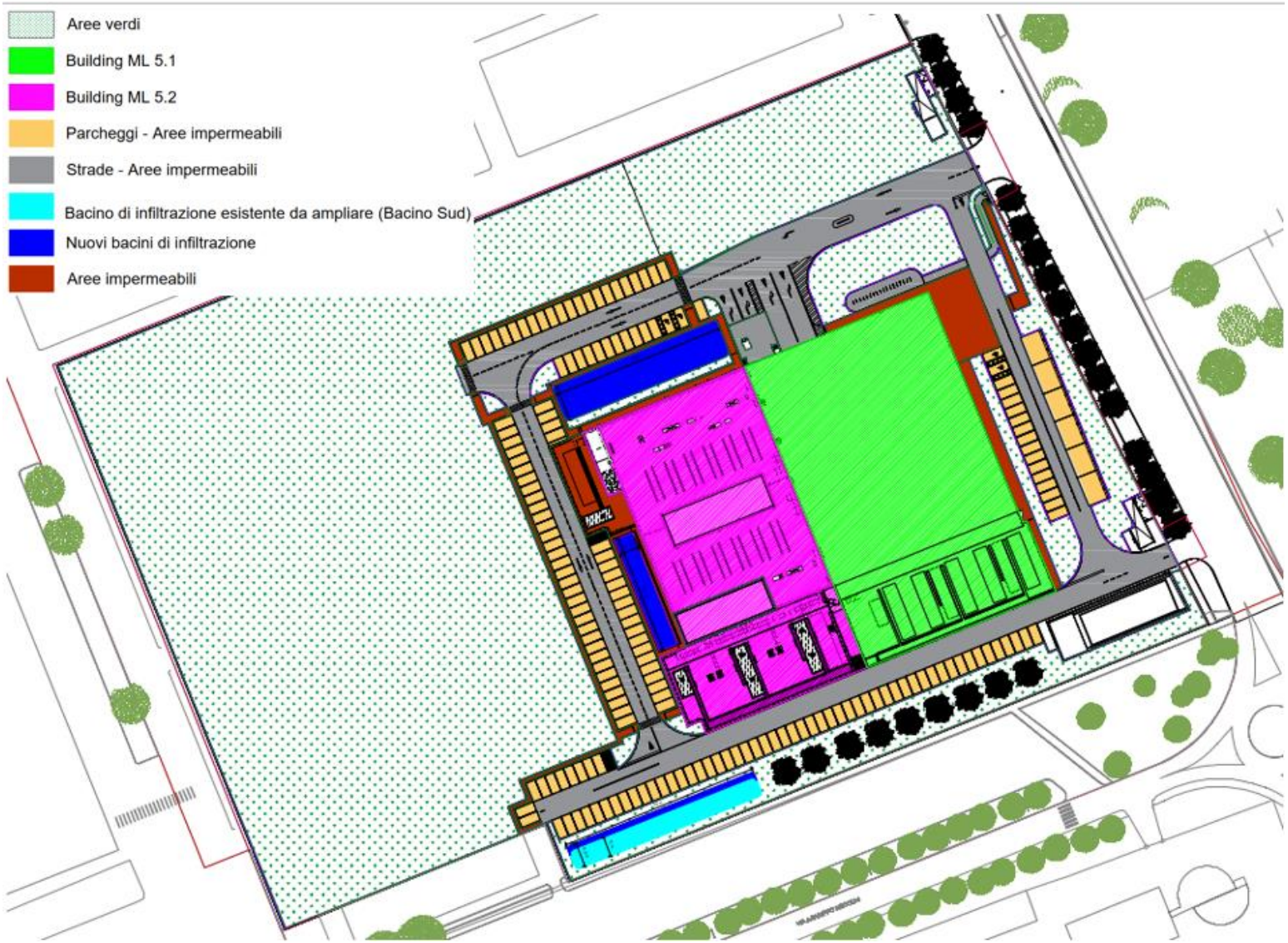


Figura 4: Complesso EQUINIX ed identificazione delle superfici impermeabili (fonte tavola: ML052-ARP-00-ZZ-PE-A-SITE-0004-RED.dwg)

2.3.1 Impianto di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche

Di seguito è brevemente descritto il sistema di raccolta delle acque meteoriche previste dal progetto urbanistico e la relativa connessione con la rete fognaria già presente all'interno del complesso industriale "Il Castelletto", in cui si inserisce il progetto stesso. Per un maggior dettaglio riguardo al dimensionamento della rete di raccolta delle acque, si rimanda alla documentazione progettuale allegata allo studio del 2019.

Nello specifico le acque meteoriche in copertura saranno raccolte tramite pluviali e convogliate in parte alla rete di raccolta esterna ed in parte al nuovo bacino di infiltrazione; alla base di ogni colonna sarà prevista una cameretta d'ispezione. Le acque meteoriche delle aree esterne saranno raccolte mediante pozzetti e canaline grigliate in grado di gestire fino a 50 m^3 di acque.

Le acque così raccolte saranno convogliate tramite tubazioni interrate, realizzate in PVC, ad una vasca di laminazione del volume 725 m^3, già presente in sito, in conformità alle normative ed ai regolamenti vigenti, collegata a sua volta, per mezzo di opportuna pompa di rilancio, ad un apposito bacino di infiltrazione naturale in suolo della capacità di 130 m^3 (di cui 100 m^3 già realizzati e 30 m^3 che verranno aggiunti tramite l'ampliamento del bacino previsto), e a due nuovi bacini di infiltrazione rispettivamente di capacità pari a 348 m^3 (bacino nord) e di 70 m^3 (bacino ovest) entrambi da realizzare.

L'acqua di raccolta dai pozzetti limitrofi alla zona di stoccaggio gasolio, prima di essere convogliata alla vasca di laminazione, sarà trattata in una vasca disoleatrice.

Sarà prevista anche una vasca disoleatrice di by-pass a monte della vasca di attenuazione.

A valle della vasca di laminazione sarà previsto un pozzetto con n° 2 pompe sommergibili per il sollevamento dell'acqua piovana ed il convogliamento ad una vasca di calma. All'ingresso della vasca di calma sarà installato il dispositivo di regolazione della portata di scarico.

Il sistema di gestione delle acque è riportato nella Tavola di sistema di gestione delle acque(ML052-ARP-00-ZZ-DR-C-UTIL-1000).

Secondo il progetto del 2019 dalla vasca di calma, ubicata in prossimità del limite del sito, partirà un collettore di scarico interrato, realizzato in PVC rigido, che transiterà in un'area di Proprietà sino al pozzetto ubicato al limite della Proprietà stessa e da questo doveva essere installato un collettore di scarico interrato, realizzato in PVC rigido, che avrebbe transitato in un'area del Lotto industriale esistente per allacciarsi in un nuovo pozzetto da realizzarsi sulla rete di scarico acque meteoriche esistente nel lotto industriale, per poi confluire all'interno del Reticolo idrico del lago Monzoro.

3.0 INQUADRAMENTO NORMATIVO E VINCOLISTICO

3.1 Inquadramento normativo

Dal punto di vista normativo, il tema della gestione delle acque risulta di attualità soprattutto in campo internazionale. Tra i vari regolamenti e direttive internazionali il documento “Piano per la salvaguardia delle risorse idriche europee” (EU Bruxelles, 15 novembre 2012) propone una revisione delle strategie per combattere la carenza idrica e la vulnerabilità delle risorse idriche e ambientali al cambiamento climatico e alle pressioni artificiali.

A livello nazionale, le indicazioni comunitarie non sono state ancora completamente recepite e solo alcune regioni hanno avviato politiche attive per la gestione sostenibile dei deflussi meteorici. Le Regioni che hanno deliberato normative specifiche sul tema sono: la Regione Lombardia, con la Legge Regionale 4/2016 (Legge sulla Difesa del suolo), l’Emilia-Romagna, con la Delibera 3/2 2003, la Regione Veneto, con la Deliberazione della Giunta Regionale Veneta 1322/2006 – 1841/2007, la Provincia Autonoma ed il Comune di Bolzano, con il RIE (Procedura Riduzione dell’Impatto Edilizio) ed in ultimo la Provincia di Torino, con il Piano Territoriale Coordinamento Provinciale 2010.

Alcuni principi e criteri connessi alla gestione sostenibile delle acque pluviali sono stati inseriti all’interno dei Criteri Ambientali Minimi per l’affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici (D.M. 11 gennaio 2017, pubblicato nella G.U. n. 23 del 28.01.2017). Il rispetto di tali criteri, che sono parte integrante del Piano d’azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione (PAN GPP adottato con decreto interministeriale 11 aprile 2008 e pubblicato sulla G.U. n. 107 del 8 maggio 2008, e redatto ai sensi della L .296/2006), è obbligatorio per tutti i lavori, di qualunque importo, soggetti al nuovo Codice degli Appalti (D.Lgs. 50/2016 s.m.i).

La Regione Lombardia è la prima a pubblicare un regolamento specifico che riporti i criteri ed i metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica (Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017), come previsto dall'articolo 58 bis della legge regionale n. 12 del 2005 per il governo del territorio. Il regolamento si occupa, nello specifico, della gestione delle acque meteoriche non contaminate, al fine di far diminuire il deflusso verso le reti di drenaggio urbano e da queste verso i corsi d’acqua già in condizioni critiche, riducendo così l’effetto degli scarichi urbani sulle portate di piena dei corsi d’acqua stessi.

3.2 Vincoli idraulici e idrogeologici

Il presente paragrafo costituisce un’analisi del regime vincolistico (vincoli idrogeologici e idraulici) insistente sull’area di indagine, in riferimento al progetto di invarianza idraulica. Tale valutazione ha permesso di verificare che non si rilevano vincoli che possano aggravare o costituire problema per la corretta valutazione dell’invarianza idraulica.

3.2.1 Direttiva Alluvioni 2007/06/CE (D.Lgs. n. 49 del 23/02/2010)

Per quanto riguarda la Pericolosità e il Rischio idraulico definiti all’interno della Direttiva Alluvioni 2007/06/CE (recepita con D.Lgs. n.49 del 23/02/2010) e successivo aggiornamento (Regione Lombardia al 2015), non si rilevano problematiche nell’intorno dell’area di intervento come possibile osservare in **Figura 5** e **Figura 6**.

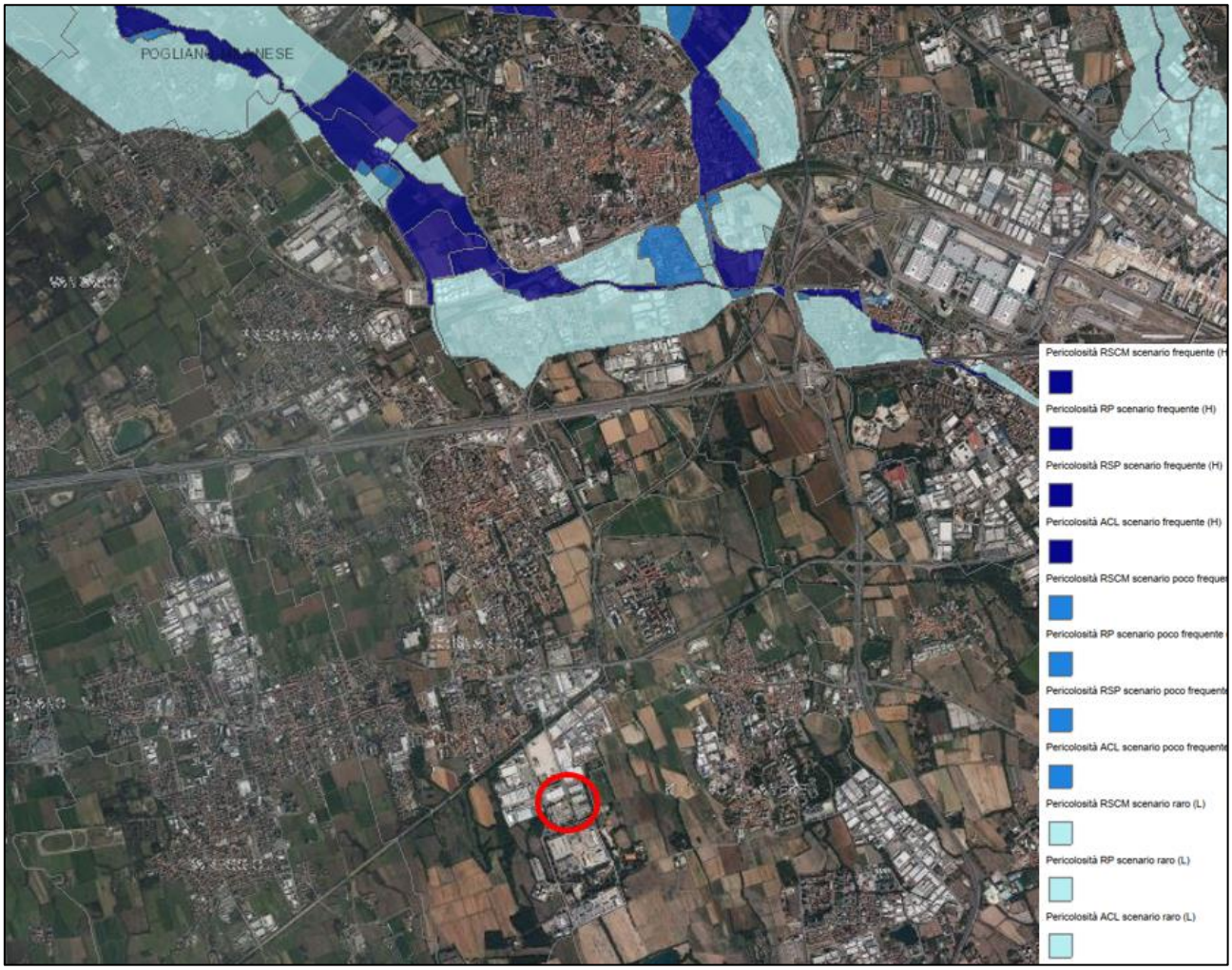


Figura 5: Aree soggette a rischio idraulico, Regione Lombardia; in rosso l'ubicazione dell'Area di Progetto (Direttiva Alluvioni 2007/60/CE - Revisione 2022)

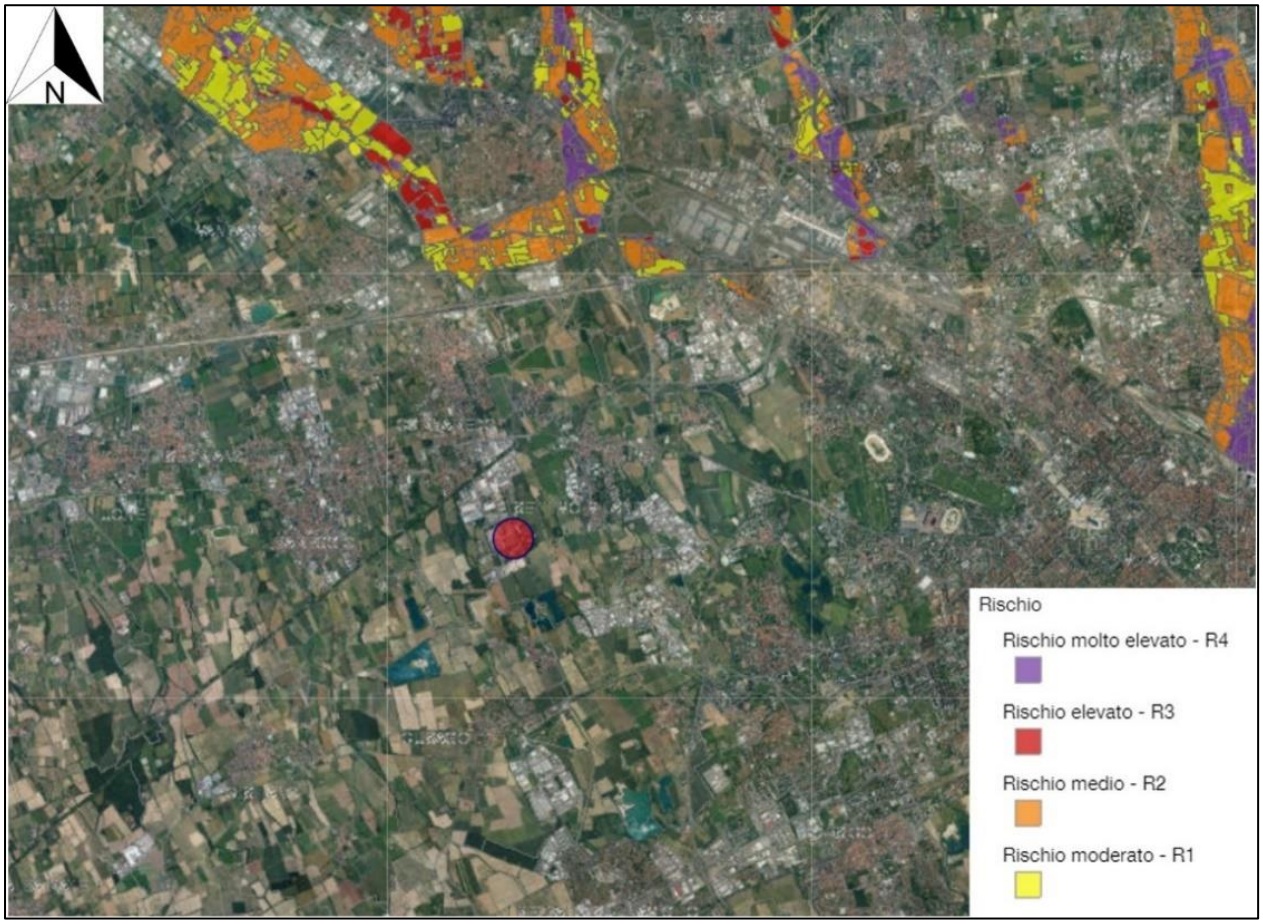


Figura 6: Mappa Rischio Idraulico, Regione Lombardia; in rosso l'ubicazione dell'Area di Progetto

3.2.2 Vincolo idrogeologico

In riferimento al vincolo idrogeologico istituito con Regio Decreto n.3267 del 30/12/23 “Riordinamento e riforma della Legislazione in materia di boschi e di terreni montani”; non si rilevano vincoli nell’intorno dell’area oggetto di intervento.

3.3 Piano di governo del Territorio

Dal punto di vista comunale, il Piano di Governo del Territorio identifica una serie di vincoli a livello geologico ed idrogeologico, tuttavia come indicato all’interno della Carta dei vincoli (*Aggiornamento dello studio geologico a supporto della pianificazione urbanistica comunale P.G.T del comune di Settimo Milanese*), tali vincoli risultano esterni all’area interessata dall’intervento edilizio (**Figura 7**).

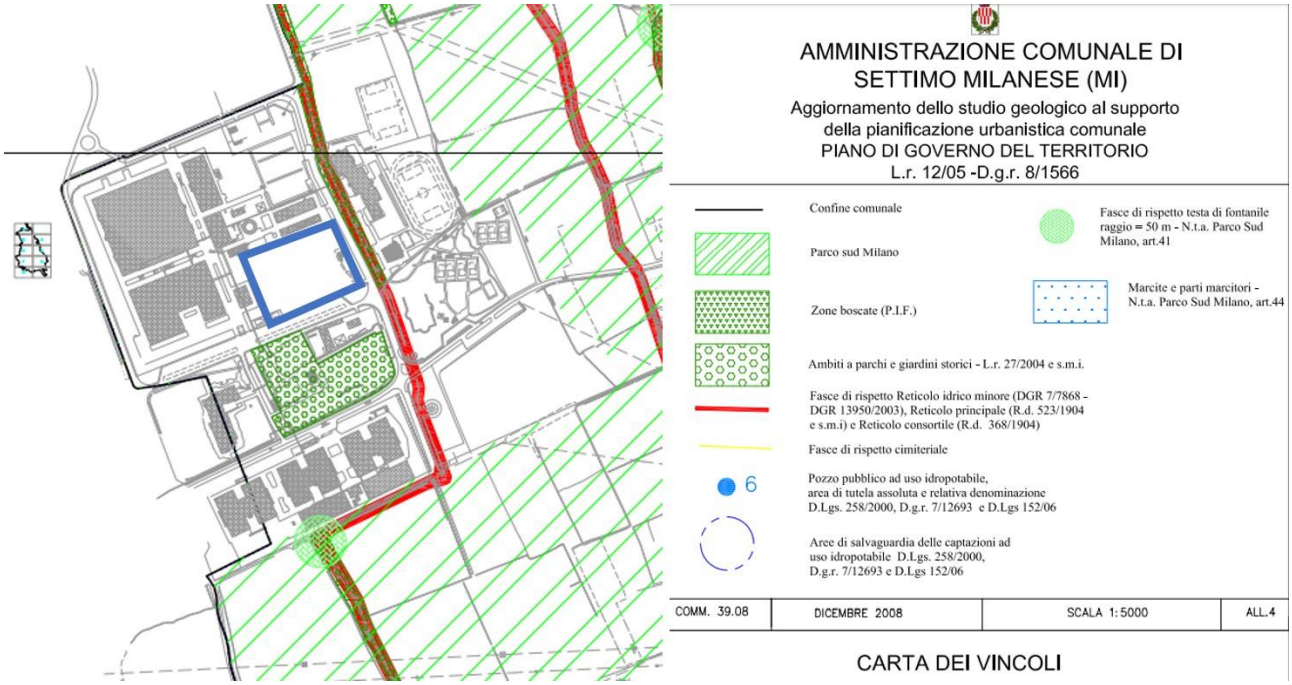


Figura 7: Estratto tratto dalla Carta dei Vincoli (Aggiornamento dello studio geologico a supporto della pianificazione urbanistica comunale P.G.T del comune di Settimo Milanese), in blu l'area di intervento

Inoltre, sempre secondo quanto riporta nel Piano di Governo del Territorio PGT di Settimo Milanese approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 80 del 19/12/2014 e pubblicato sul BURL n. 8 del 24/02/2016, l'area di progetto ricade all'interno di un Ambito di Trasformazione (Tav. DP.3-01amb trasf. 2000_APR, **Figura 8**).

Tale fattore risulta di particolare importanza poiché, ai fini della corretta valutazione dell'invarianza idraulica il Regolamento Regionale suddivide i comuni regionali in tre categorie distinte (Art. 7 comma 3 del R.R.), di seguito definite:

- Categoria A: comuni soggetti ad Alta Criticità Idraulica;
- Categoria B: comuni soggetti a Media Criticità Idraulica;
- Categoria C: comuni soggetti a Bassa Criticità Idraulica.

Tuttavia, sempre secondo il R.R (art.7 comma 5), le aree soggette ad ambito di trasformazione sono assoggettate ai limiti indicati per le aree di categoria A, indipendentemente dall'ubicazione territoriale.

Per tale motivo l'area di interesse risulta ricadente all'interno della Categoria A, soggetta ad Alta Criticità idraulica.

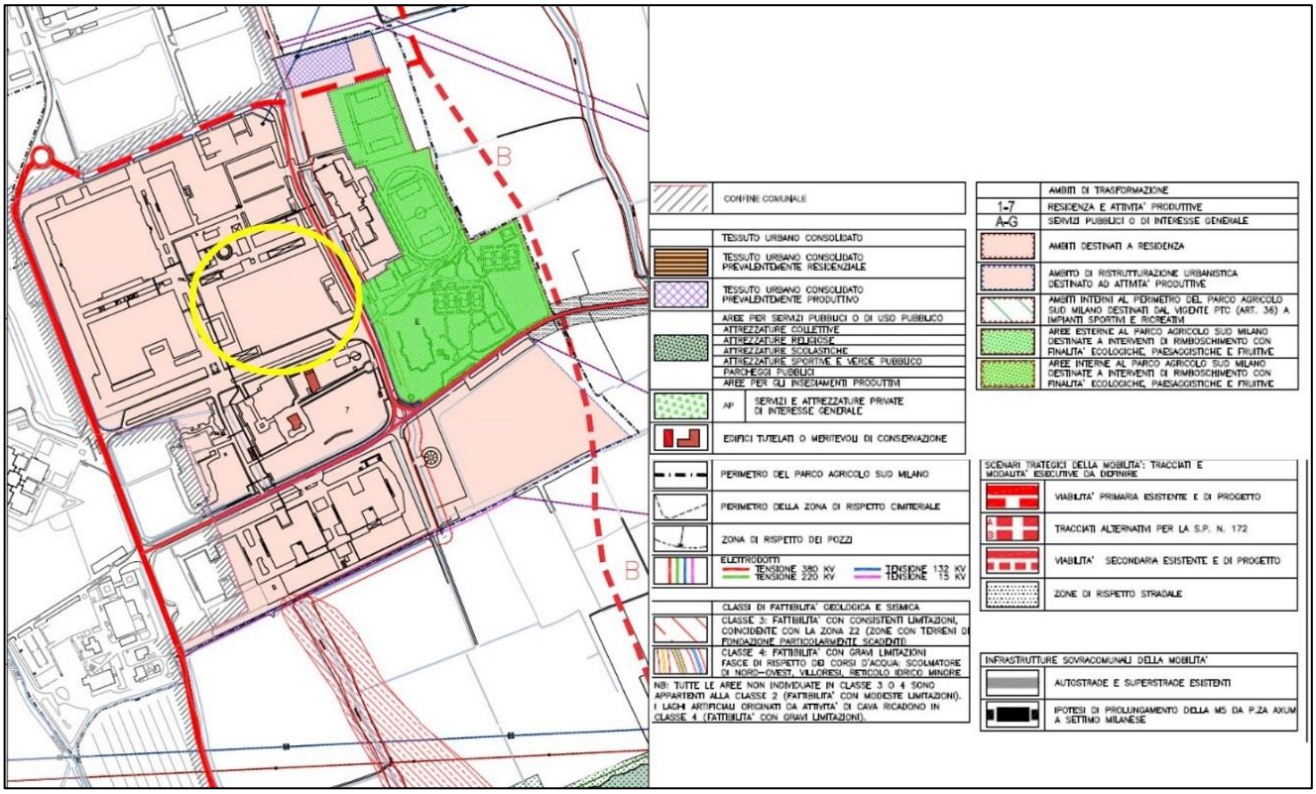


Figura 8: Estratto Tav. DP.3-01amb trasf 2000_APR del PGT comunale di Settimo Milanese, in giallo l'ubicazione dell'Area di Progetto.

4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E IDRAULICO

4.1 Inquadramento geologico

Dal punto di vista geologico, il Comune di Settimo Milanese è ubicato nella Pianura Padana centro-settentrionale, caratterizzata da terreni alluvionali e fluvioglaciali i quali, molto più a Nord rispetto al territorio comunale in oggetto, raccordano la Pianura alle Prealpi.

In riferimento alla cartografia ufficiale, in particolare alla Carta Geologica d'Italia e alla Carta Geologica della Lombardia, la formazione litologica che caratterizza il territorio comunale prende il nome di "Fluvioglaciale rissiano-wurmiano" o "Diluvium Recente".

I terreni appartenenti a tale unità sono terreni di tipo alluvionale e fluvioglaciale costituiti da depositi di natura ghiaioso-sabbioso-argillosa e caratterizzati spesso, nella loro parte sommitale, dalla presenza di uno strato superficiale di alterazione dello spessore di circa 0,5 m di natura argilloso-sabbiosa di colore bruno-rossastro, dovuto ai processi di humificazione del substrato stesso.

La successione stratigrafica è costituita, a scala comunale, da materiali ghiaioso-sabbiosi immersi in una matrice limoso-argillosa alternati a livelli a granulometria più grossolana (**Figura 9** e **Figura 10**). Procedendo da Nord verso Sud del territorio comunale si evidenzia una graduale variazione granulometrica di tali depositi, a partire da una abbondanza di ghiaie sabbiose nella parte più a Nord, fino ad arrivare ad una prevalenza di sabbie con limo e argilla nella parte a Sud.

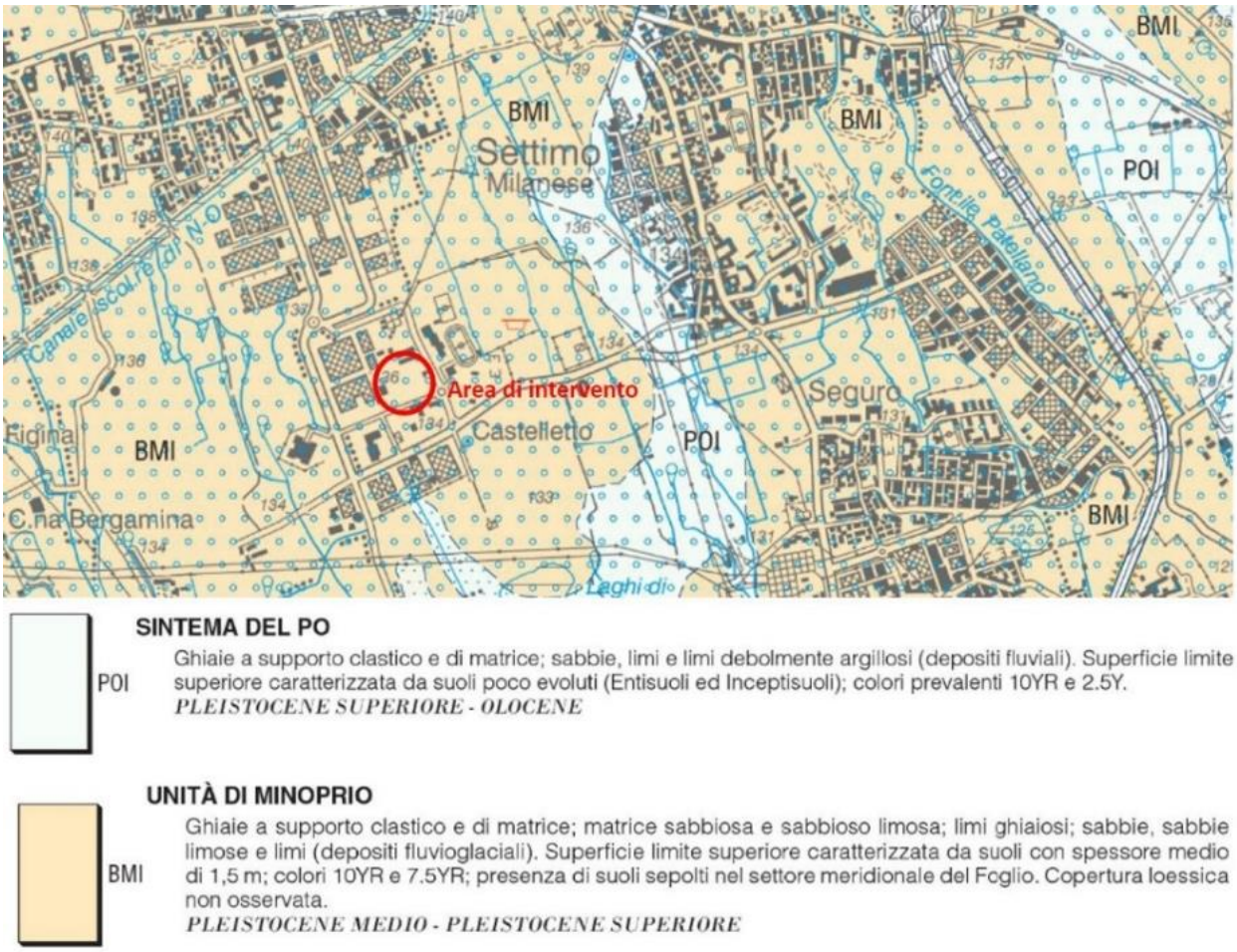


Figura 9: Estratto tratto dalla Carta Geologica di Italia, scala 1: 50.000 (fonte ISPRA Ambiente)

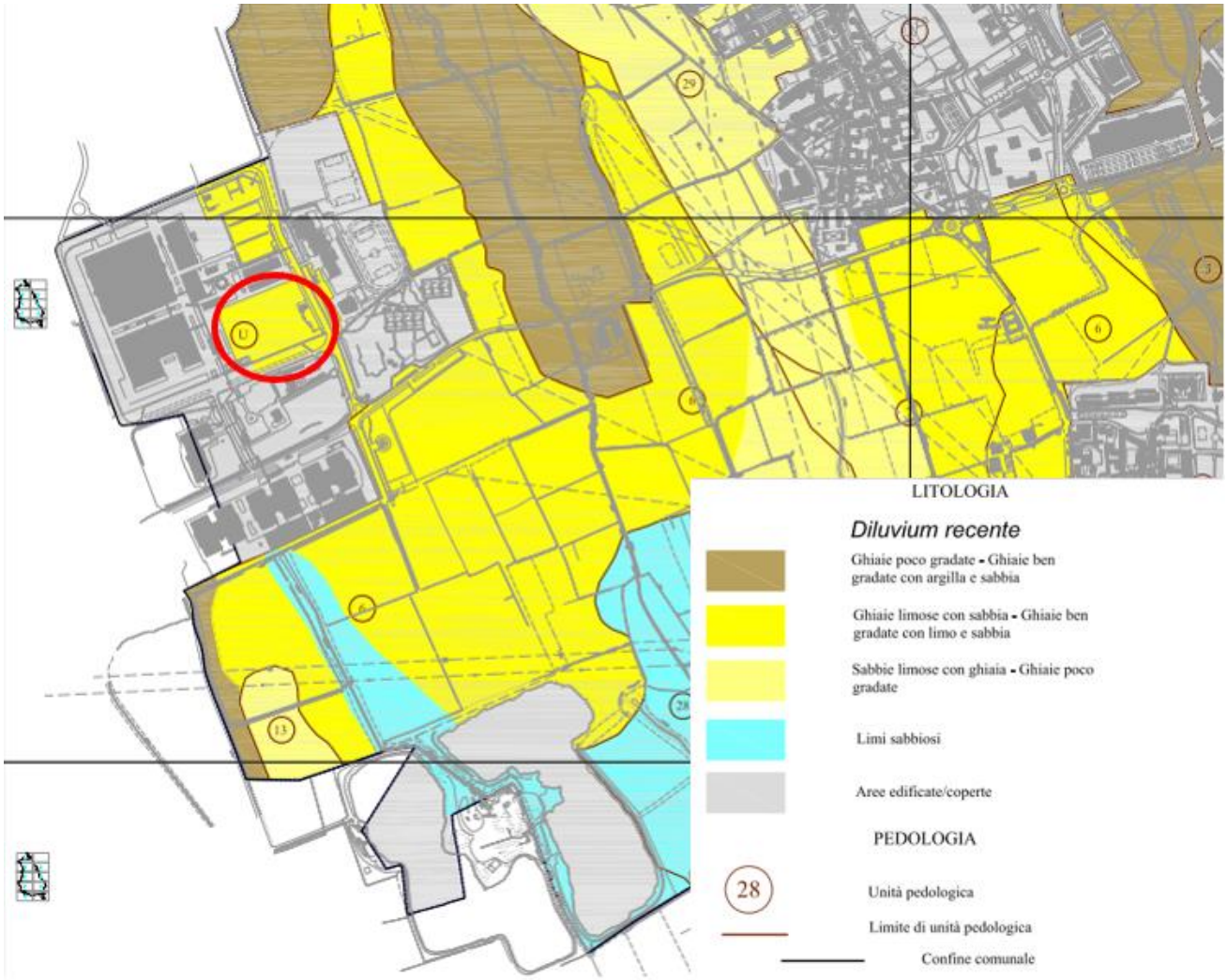


Figura 10: Estratto tratto dalla Carta geolitologica con elementi pedologici scala 1:5000 (fonte (PGT comune di Settimo Milanese – dicembre 2008))

Sulla base delle stratigrafie dei pozzi riportate nel documento "Indagine *geologica di supporto al P.R.G. e varianti generali D.G.R. n°5/36147 del 18 Maggio 1993"* del Comune di Settimo Milanese, datato Gennaio 1995, si è potuto effettuare una ricostruzione generale del sottosuolo del territorio comunale. Da un'analisi di tali dati, si osserva come non sia possibile tracciare correlazioni stratigrafiche nette tra gli orizzonti rinvenuti; si tratta infatti per lo più di corpi lenticolari in contatto reciproco e con relativa continuità laterale, tipica conformazione di un ambiente di tipo fluviale.

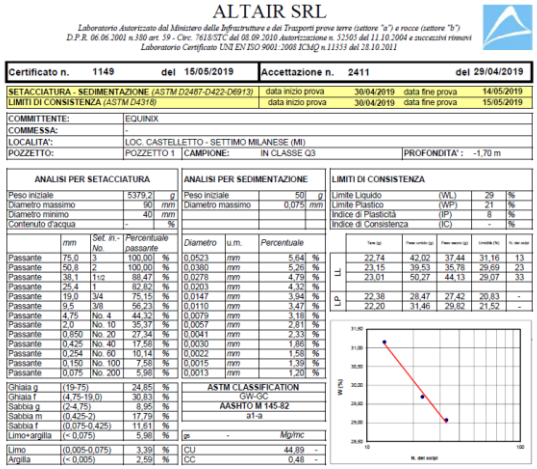
La stratigrafia del sottosuolo di Settimo Milanese può essere schematizzata con la seguente successione:

- Litozona ghiaioso-sabbiosa: posta tra il piano campagna ed una profondità di 100-120 m da p.c., è costituita da depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con ciottoli in frazione limoso-argillosa. Si riscontra la presenza di strati poco potenti o di lenti costituite da materiale più grossolano prive di frazione fine limoso-argillosa.
- Litozona argilloso-limosa: posta al disotto di 100-120 metri da p.c., è costituita da un'alternanza di orizzonti argillosi, talora limosi e sabbiosi, potenti più di 20 metri, e depositi sabbiosi raramente ghiaiosi potenti fino a 15 m. Questa litozona risulterebbe essere continua fino a oltre i 200 m di profondità da p.c.

4.1.1 Stratigrafia locale

Sulla base delle indagini sito specifiche (**Figura 11** - esecuzione di sondaggi geognostici e analisi granulometriche) svolte direttamente dalla committente, nonché dei risultati delle prove di laboratorio eseguite su campioni di suolo prelevati in sito, è possibile identificare un assetto litostratigrafico sito specifico superficiale che comprende:

- terreni di riporto da p.c. fino ad una profondità di circa 3 m, costituiti essenzialmente da sabbie medio fini di colore grigio – nocciola con ghiaia e ciottoli sparsi;
- depositi sabbioso – ghiaiosi da circa 3 m fino a 12 – 13 m di profondità, costituiti essenzialmente da sabbie medio grossolana con ghiaia grossolana e ciottoli, localmente sono presenti lenti limose di colore grigio nocciola. Lo stato di addensamento è modesto fino a 6 m di profondità.



ALTAIR SRL

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terre (settore "a") e rocce (settore "b")
D.P.R. 06.06.2001 n.380 art. 59 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n. 32505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi
Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001:2008 ICMQ n.11555 del 28.10.2011

Certificato n.	1149	del	15/05/2019	Accettazione n.	2411	del	29/04/2019
SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)				data inizio prova	30/04/2019	data fine prova	14/05/2019
LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)				data inizio prova	30/04/2019	data fine prova	15/05/2019

COMMITTENTE:	EQUINIX		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	LOC. CASTELLETTO - SETTIMO MILANESE (MI)		
POZZETTO:	POZZETTO 1	CAMPIONE: IN CLASSE Q3	PROFONDITA': -1,70 m

ANALISI PER SETACCIATURA		
Peso iniziale	5379,2	g
Diametro massimo	90	mm
Diametro minimo	40	mm
Contenuto d'acqua	-	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE		
Peso iniziale	50	g
Diametro massimo	0,075	mm

LIMITI DI CONSISTENZA			
Limite Liquido	(WL)	29	%
Limite Plastico	(WP)	21	%
Indice di Plasticità	(IP)	8	%
Indice di Consistenza	(Ic)	-	%

	mm	Set. in.- No	Percentuale passante	
Passante	75,0	3	100,00	%
Passante	50,8	2	100,00	%
Passante	38,1	1½	88,47	%
Passante	25,4	1	82,82	%
Passante	19,0	3/4	75,15	%
Passante	9,5	3/8	56,23	%
Passante	4,75	No. 4	44,32	%
Passante	2,0	No. 10	35,37	%
Passante	0,850	No. 20	27,34	%
Passante	0,425	No. 40	17,58	%
Passante	0,254	No. 60	10,14	%
Passante	0,150	No. 100	7,58	%
Passante	0,075	No. 200	5,98	%

Ghiaia g	(19-75)	24,85	%
Ghiaia f	(4,75-19,0)	30,83	%
Sabbia g	(2-4,75)	8,95	%
Sabbia m	(0,425-2)	17,79	%
Sabbia f	(0,075-0,425)	11,61	%
Limo+argilla	(< 0,075)	5,98	%
Limo	(0,005-0,075)	3,39	%
Argilla	(< 0,005)	2,59	%

Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0523	mm	5,64	%
0,0380	mm	5,26	%
0,0278	mm	4,79	%
0,0203	mm	4,32	%
0,0147	mm	3,94	%
0,0110	mm	3,47	%
0,0079	mm	3,18	%
0,0057	mm	2,81	%
0,0041	mm	2,33	%
0,0030	mm	1,86	%
0,0022	mm	1,58	%
0,0015	mm	1,39	%
0,0013	mm	1,20	%

ASTM CLASSIFICATION	
GW-GC	
AASHTO M 145-82	
a1-a	
gp -	Mg/mc

LL	22,74	42,02	37,44	31,16	13
	23,15	39,53	35,78	29,69	23
	23,01	50,27	44,13	29,07	33
LP	22,38	28,47	27,42	20,83	-
	22,20	31,46	29,82	21,52	-

CU	44,89	-	
CC	0,48	-	

Figura 11: Esempio della tipologia di terreni riscontrati durante le indagini integrative (sedimenti rilevati tra i 5 e i 10 m da p.c.), ed estratto della curva granulometrica ottenuta da un campione prelevato in sito ad una profondità di 1,7 m

Le analisi granulometriche, eseguite in laboratorio (Altair Srl) e condotte su n.4 campioni di terreno prelevati in sito ad una profondità indicativa di 1,7 m, hanno evidenziato la presenza di un terreno prevalentemente ghiaioso (44%) - sabbioso (43 %) con presenza di limi (13 %); in linea con la ricostruzione stratigrafica sopra riportata.

4.2 Assetto idrogeologico

Dal punto di vista idrogeologico, la situazione stratigrafica costituente la Pianura Padana centro-settentrionale, grazie alla presenza dei depositi permeabili appartenenti alla litozona ghiaioso-sabbiosa nei primi 100-120 m da p.c., permette, la presenza di falde acquifere, a volte separate tra di loro da orizzonti impermeabili.

Il sottosuolo sotteso dal Comune di Settimo Milanese è infatti ricco di depositi sabbioso-ghiaiosi permeabili, che si succedono uno sopra l'altro, separati da orizzonti impermeabili di natura argilloso-limosa, i quali separano a loro volta le acque appartenenti ad acquiferi differenti.

I dati desunti dal documento "Indagine geologica di supporto al P.R.G. e varianti generali D.G.R. n°5/36147 del 18 Maggio 1993" del Comune di Settimo Milanese, datato Gennaio 1995, indicano la presenza del cosiddetto Acquifero tradizionale nell'ambito della litozona ghiaioso-sabbiosa. Questo si manifesta inizialmente attraverso la presenza, a 2-5 m di profondità da p.c., di una prima falda di tipo freatico, semi-libero monostrato, contenuta nei depositi permeabili individuati nei primi 10-20 m di profondità. Al di sotto, un orizzonte limoso argilloso di spessore da metrico a decametrico separa la prima falda dalla seconda falda, che si trova tra i 20-40 m e i 60-80 m dal piano campagna, sempre nell'ambito dell'acquifero tradizionale. Questo acquifero è definibile - nel suo complesso - come una falda semiartesiana multistrato.

Successivamente, fino alla profondità di 110-120 metri, un potente strato di argille e limi separa la litozona ghiaioso-sabbiosa, contenente l'acquifero tradizionale, dalla litozona argilloso-limosa, ospitante invece il cosiddetto Acquifero profondo, quello dal quale viene estratta l'acqua per utilizzo a scopo potabile. Dai 110-120 metri fino ai 220 metri di profondità, un'alternanza di orizzonti decametrici di argille e sabbie/ghiaie ospita l'acquifero profondo.

4.2.1 Idrogeologia locale

Per quanto concerne il deflusso delle acque di falda, dall'analisi della cartografia "*Fenomeni di contaminazione delle acque sotterranee nella Provincia di Milano - Aprile 2002*", si evince una direzione di flusso della falda da Nord Ovest verso Sud Est.

Maggiori dettagli sono riportati nella carta idrogeologica di cui al PGT del comune di Settimo Milanese **(Figura 12**) relativa al dicembre 2008 dalla quale si evince che:

- La soggiacenza della falda nel territorio comunale decresce da Nord Ovest verso Sud Est, con valori compresi tra i 7,00 m (confine comunale con Cornaredo) ai 2,50 m (località ex Cave di Monzoro);
- Il gradiente idraulico della falda freatica risulta relativamente costante, con valori medi pari a 0,30%.

Il livello piezometrico rilevato in sito, tra il 2018 e il 2019, risulta compreso tra i 4,60 m (aprile 2019) e i 3,0 m (agosto 2018) da p.c. Ulteriori misure sono state rilevate nei mesi di marzo (4,45 m da p.c.), e maggio 2019 (3,45 m da p.c.), evidenziando un generale innalzamento rispetto alle soggiacenza rilevata nel 2008 e riportata all'interno del PGT. La presenza di una falda molto superficiale riduce se non impedisce la possibilità di sviluppare progetti di remissione ed infiltrazione delle acque piovane direttamente su suolo superficiale, in quanto la distanza tra il piano campagna e la falda stessa risulta molto limitata.

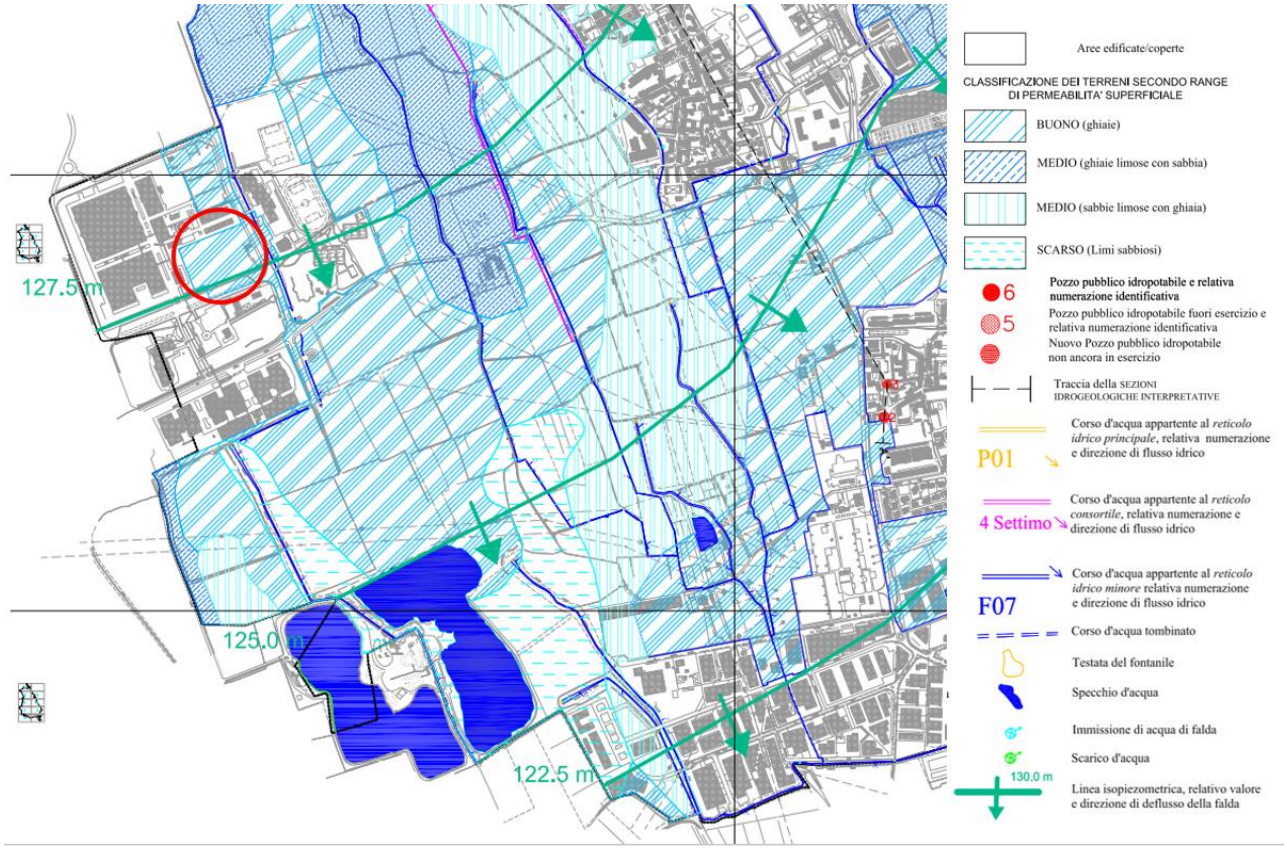


Figura 12: Carta idrogeologica e idrografica (PGT comune di Settimo Milanese – dicembre 2008)

5.0 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA

Nel presente capitolo viene discussa la tematica relativa all'adozione dei principali elementi metodologici per la definizione delle misure di invarianza idraulica ed idrologica del progetto.

5.1 Modalità di calcolo

Per la progettazione della rete di drenaggio, il Regolamento Regionale identifica tre diverse metodologie di calcolo, da applicare in relazione all'estensione dell'area di progetto, al Coefficiente di Deflusso Medio Ponderale e all'Ambito Territoriale di riferimento (**Figura 13**):

- Requisiti minimi Art. 12 comma 1;
- Metodo delle sole piogge;
- Procedura dettagliata.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO AMBITI TERRITORIALI (articolo 7) Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,01 ha (≤ 100 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Figura 13: Modalità di calcolo in relazione al coefficiente di Deflusso Medio Ponderale, tratto dal Regolamento Regionale n.7 del 27 novembre 2017

In relazione *all'Ambito Territoriale*, come anticipato nel capitolo 3.3, il progetto è ubicato nel Comune di Settimo Milanese (MI) all'interno di un'area definita Ambito di Trasformazione del PGT Comunale, e pertanto ricade in un Ambito Territoriale di **Categoria A (Ad Alta Criticità Idraulica)**.

Il *Coefficiente di Deflusso Medio Ponderale* è il rapporto tra il volume di acqua defluito alla sezione di chiusura di un bacino e gli afflussi nel bacino per precipitazioni. Le acque meteoriche non raggiungono mai interamente la sezione di chiusura del bacino ad esse sotteso perché una parte viene dispersa o trattenuta per evaporazione, per infiltrazione del terreno, per adsorbimento da parte della superficie porosa, per ristagno etc., in una percentuale dipendente da numerosi fattori, quali, ad esempio, la natura del terreno, la tipologia delle superfici scolanti ed il tipo di copertura.

Ogni tipo di superficie (zona a verde, copertura dei tetti, zona pavimentata, zona semi-drenante, etc.) è quindi caratterizzata da uno specifico coefficiente di deflusso che rappresenta la quota percentuale di precipitazione che contribuisce alla portata di piena di un determinato bacino. È evidente come la superficie di un bacino possa essere costituito da più porzioni caratterizzate da coefficienti di deflusso diversi: in tal caso viene attribuito all'interno bacino un coefficiente di deflusso desunto dalla media pesata dei coefficienti delle singole aree coinvolte, che è tanto più rispondente alla realtà quanto più la suddivisione è precisa.

Il Coefficiente di Deflusso Medio Ponderale dell'area viene calcolato con la formula seguente:

$$\varphi_{med} = \sum_i \frac{S_i \varphi_i}{S_{tot}}$$

Dove:

- Si = è la i-esima porzione di superficie;
- Φi = coefficiente di deflusso della i-esima porzione di superficie.

Per i valori del coefficiente di deflusso Φ_i sono stati adottati i coefficienti riportati all'Articolo 11 comma d del R.R. 07/2017 e riassunti nella tabella seguente.

Tabella 1: Valori del coefficiente di deflusso per diverse tipologie di area (Art. 11 del Regolamento Regionale 23 novembre 2017 - n.7)

Valore del coefficiente di deflusso	Tipologia di area
1	Sotto-aree interessate da tetti, coperture, tetti versi e giardini pensili sovrapposti a solette comunque costituite e pavimentazioni continue quali strade, vialetti, parcheggi
0.7	Pavimentazioni drenanti o semipermeabili, quali strade, vialetti, parcheggi
0.3	Sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

In base alle estensioni delle superfici riportate nel paragrafo 2.1, è stato calcolato per il progetto un Coefficiente di Deflusso Medio Ponderale pari a **1.**

Dal momento che:

- L'area ricade in un'area ad Impermeabilizzazione **Potenziale Alta**
- La superficie complessiva dell'intervento è di circa **3,7 ha** (>1ha e <10ha)
- L'Ambito Territoriale del progetto è **Categoria A**;
- Il Coefficiente di Deflusso Medio Ponderale è pari a **1**, maggiore di 0,4

La metodologia di calcolo da applicare ai sensi dell'11 comma 2, lettera d del R.R 07/2017 prevede la *Procedura di calcolo Dettagliata*.

5.2 Precipitazione di progetto

Nel presente paragrafo viene discussa la modalità di determinazione delle precipitazioni di progetto a partire dai parametri delle Curve di Possibilità Pluviometrica sito-specifiche.

5.2.1 Curva di possibilità pluviometrica

Le Curve di Possibilità Pluviometriche (CPP) - **Figura 14** - sono curve che esprimono l'andamento delle altezze di pioggia relative a diverse durate dell'evento meteorico per un determinato tempo di ritorno ed una specifica area geografica; la loro costruzione avviene su base statistica e sono costruite a partire dei dati storici dei

massimi annuali di pioggia raccolti in corrispondenza delle stazioni pluviografiche. Le curve di possibilità pluviometrica sono governate dalla seguente relazione:

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

con:

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k}\left\{1 - \left[\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]^k\right\}$$

in cui:

- h è l'altezza di pioggia;
- D è la durata;
- a_1 è il coefficiente pluviometrico orario;
- w_T è il coefficiente probabilistico legato al Tempo di Ritorno T;
- n è l'esponente della curva (parametro di scala);
- α, ε, k sono i parametri della legge probabilistica GEV adottate.

Per la costruzione delle CPP sito-specifiche, il R.R. 07/2017 rimanda all'utilizzo dei parametri forniti da ARPA Lombardia per tutto il territorio regionale. In base all'ubicazione del sito, i parametri da adottare per la costruzione della curva sono riportati nella figura seguente.

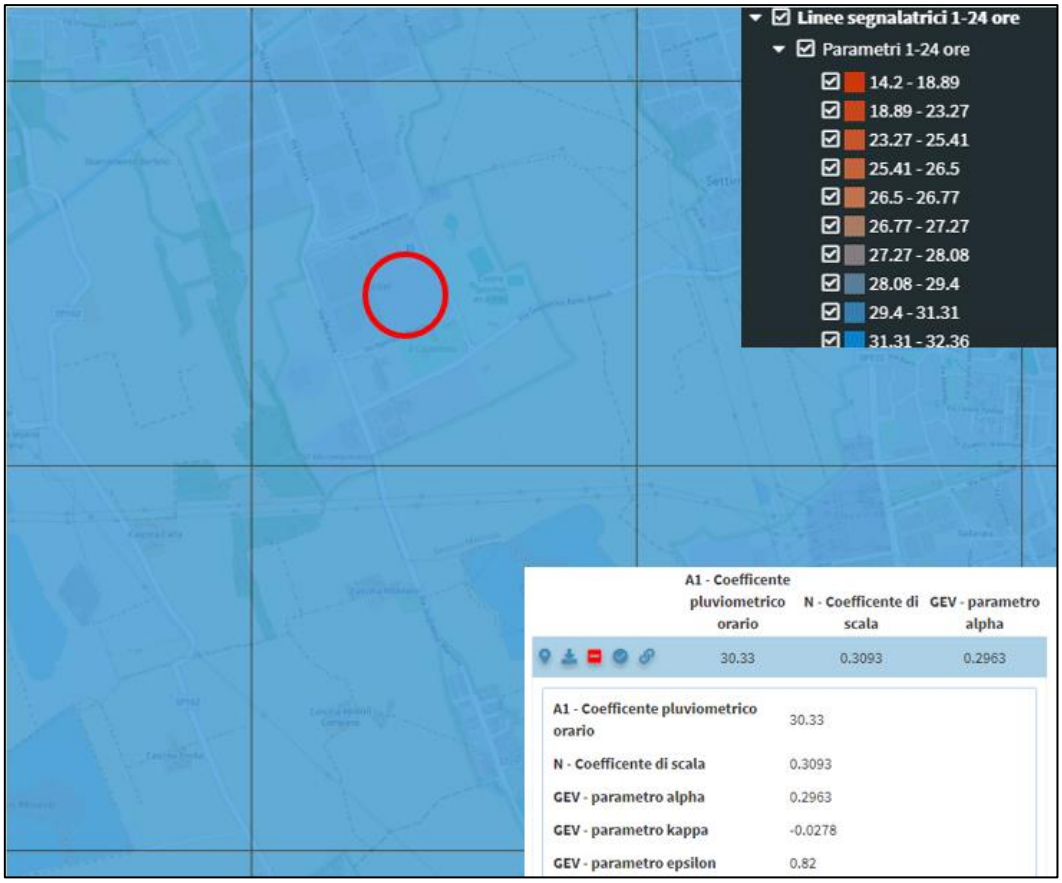


Figura 14: Parametri Curve di Possibilità Pluviometrica, sito di progetto. (ARPA Lombardia - SIDRO)

La **Figura 15** riporta invece le curve di possibilità pluviometrica per diversi Tempi di Ritorno con i relativi valori di altezza di pioggia in riferimento a diverse durate dell'evento meteorico e per tempi maggiori di 1h.

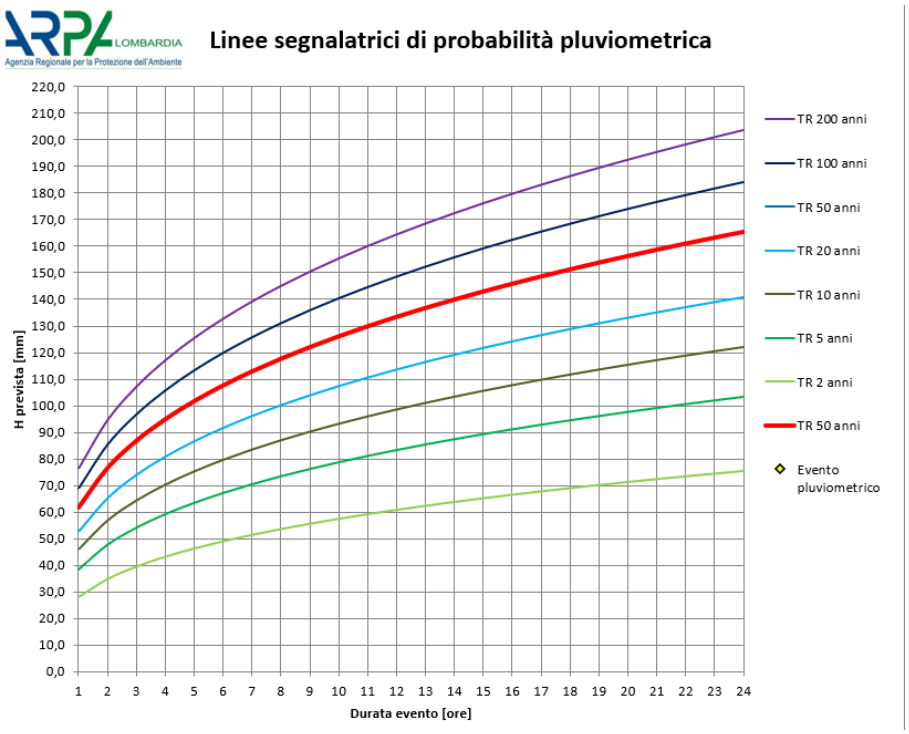


Figura 15: Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno relativi al sito in progetto

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,92915	1,27383	1,50808	1,73742	2,04118	2,27402	2,51054	2,0411803
Durata (ore	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 ann	TR 200 ann	TR 50 anni
1	28,2	38,6	45,7	52,7	61,9	69,0	76,1	61,908999
2	34,9	47,9	56,7	65,3	76,7	85,5	94,4	76,711833
3	39,6	54,3	64,2	74,0	87,0	96,9	107,0	86,961573
4	43,3	59,3	70,2	80,9	95,1	105,9	116,9	95,054119
5	46,4	63,6	75,2	86,7	101,8	113,5	125,3	101,84629
6	49,1	67,2	79,6	91,7	107,8	120,0	132,5	107,75464
7	51,4	70,5	83,5	96,2	113,0	125,9	139,0	113,0167
8	53,6	73,5	87,0	100,3	117,8	131,2	144,9	117,78216
9	55,6	76,2	90,2	104,0	122,2	136,1	150,2	122,15212
10	57,4	78,8	93,2	107,4	126,2	140,6	155,2	126,19838
11	59,2	81,1	96,0	110,6	130,0	144,8	159,9	129,97402
12	60,8	83,3	98,6	113,6	133,5	148,7	164,2	133,51945
13	62,3	85,4	101,1	116,5	136,9	152,5	168,3	136,86628
14	63,7	87,4	103,5	119,2	140,0	156,0	172,2	140,0397
15	65,1	89,3	105,7	121,8	143,1	159,4	176,0	143,06019
16	66,4	91,1	107,8	124,2	145,9	162,6	179,5	145,94462
17	67,7	92,8	109,9	126,6	148,7	165,7	182,9	148,70708
18	68,9	94,5	111,8	128,8	151,4	168,6	186,2	151,35946
19	70,1	96,1	113,7	131,0	153,9	171,5	189,3	153,91193
20	71,2	97,6	115,5	133,1	156,4	174,2	192,3	156,37321
21	72,3	99,1	117,3	135,1	158,8	176,9	195,3	158,75091
22	73,3	100,5	119,0	137,1	161,1	179,4	198,1	161,05163
23	74,3	101,9	120,6	139,0	163,3	181,9	200,8	163,28121
24	75,3	103,2	122,2	140,8	165,4	184,3	203,5	165,4448

In base a quanto previsto all'Art. 11 comma 2a del R.R. 07/2017, ai fini della verifica delle misure di invarianza idraulica, è necessario adottare i parametri relativi ai seguenti Tempi di Ritorno:

- Tr = 50 anni: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani;
- Tr = 100 anni: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.

Per la definizione delle misure di invarianza idraulica i parametri di progetto da adottare sono pertanto:

- a (tempo di ritorno pari a 50 anni) = 61,91 mm/h^n
- n (t < 1 hour) = 0,5
- n (t > 1 hour) = 0,31.

5.2.2 Calcolo dello ietogramma di pioggia

A seguito della definizione delle curve di possibilità pluviometriche sito-specifiche si è provveduto alla ricostruzione dello ietogramma di pioggia. Per ietogramma si intende un grafico che simula l'andamento di un evento meteorico di una certa durata necessario durante la fase progettuale.

Per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica viene utilizzato uno **ietogramma di tipo Chicago, avente una durata di poco superiore al tempo di corrivazione identificate nel successivo paragrafo**. Questo ietogramma ha il vantaggio cautelativo, rispetto ad altre tipologie più semplici come ad esempio quello rettangolare, di fornire portate al colmo maggiori, quindi a favore di sicurezza.

Il grafico dello ietogramma ha un andamento crescente nella fase iniziale, fino a raggiungere un punto di picco (comunemente individuato con la relazione tp=0,4·d, con d pari alla durata complessiva dell'evento meteorico considerato) per poi assumere un andamento decrescente.

Le equazioni utilizzate per la definizione dell'andamento dello ietogramma Chicago si basano sui coefficienti delle CPP di riferimento e sono qui di seguito riportate:

$$i(t) = n \cdot a \cdot \left(\frac{t_r - t}{\kappa}\right)^{n-1}$$

$$h(t) = \kappa \cdot a \cdot \left[\left(\frac{t_r}{\kappa}\right)^n - \left(\frac{t_r - t}{\kappa}\right)^n\right] \qquad \text{per } t \quad t$$

$$i(t) = n \cdot a \cdot \left(\frac{t - t_r}{1 - \kappa}\right)^{n\ 1}$$

$$h(t) = a \cdot \left[k \cdot \left(\frac{t_r}{\kappa}\right)^n + (1 - \kappa) \cdot \left(\frac{t - t_r}{1 - \kappa}\right)^n\right] \qquad \text{per } t \quad t_r$$

In cui:

- n ed a sono i parametri della CPP e si riferiscono ad un evento con Tempo di Ritorno 50 anni,
- t è il tempo,
- r è il coefficiente per la determinazione del picco dell'evento ed assunto pari a 0,4;
- tp è l'istante di picco dell'evento.

Di seguito è mostrato l'ietogramma di tipo Chicago e la curva dell'altezza di pioggia.

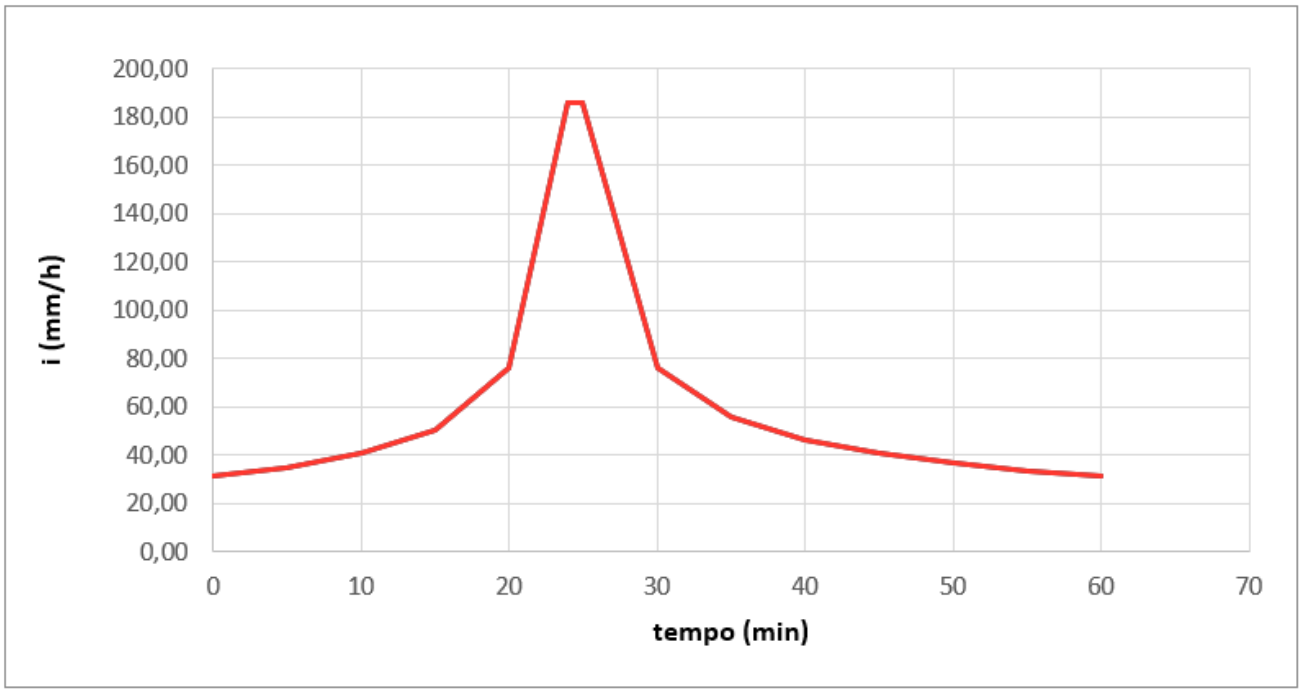


Figura 16: Ietogramma di tipo Chicago calcolato per l'area di intervento

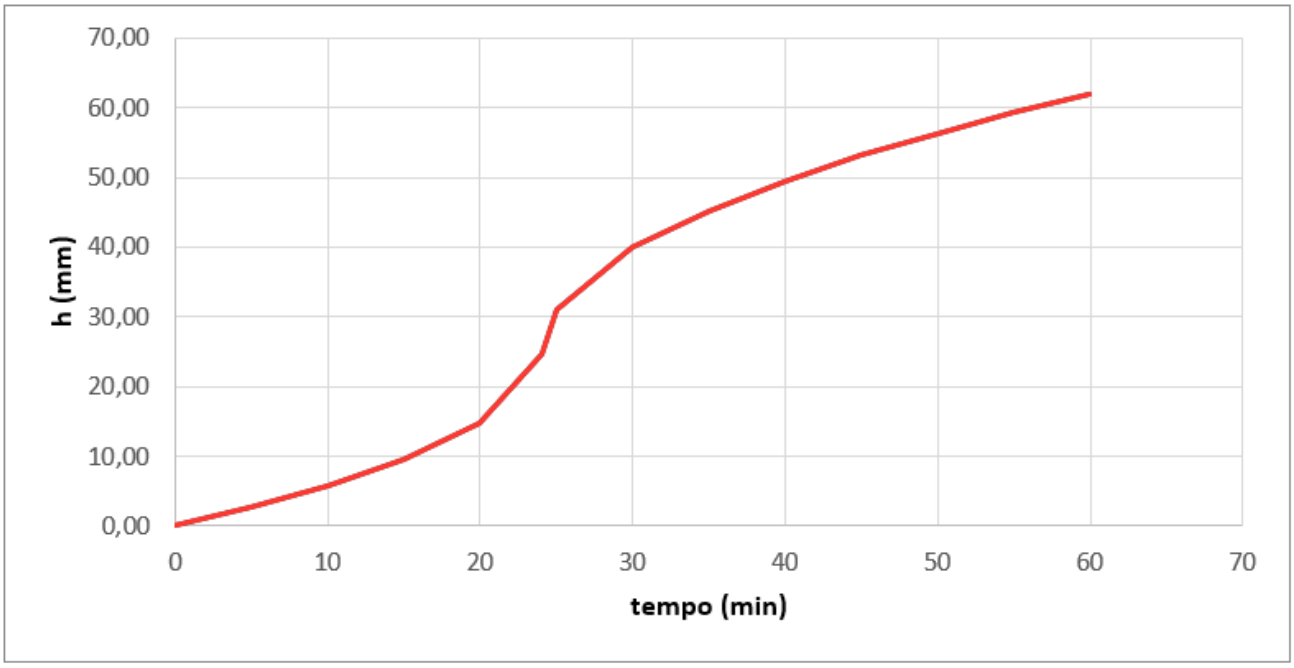


Figura 17: Andamento altezze di pioggia relative all'area di intervento

5.3 Metodo della corrivazione

Il metodo cinematico o metodo della corrivazione si basa sul calcolo del ritardo, inteso come il tempo necessario al trasferimento dei volumi che cadono nei vari punti dell'area colante fino alla sezione di chiusura del collettore.

Le ipotesi su cui si basa il metodo sono le seguenti:

- la formazione della piena è dovuta unicamente ad un fenomeno di trasferimento di massa liquida;
- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende unicamente dalla posizione del punto in cui essa è caduta;
- la velocità della singola goccia non è influenzata dalla presenza di altre gocce, cioè ognuna di esse scorre indipendentemente dalle altre;
- la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante alla sezione di chiusura.

Le suddette ipotesi equivalgono ad assumere la linearità del modello:

$$Q = \phi A\, i(t_c)$$

dove:

- A = superficie interessata;
- Φ = coefficiente di deflusso medio ponderale per la valutazione delle perdite idrogeologiche;
- $i(t_c)$ = intensità di pioggia associata al tempo di corrivazione.

Il tempo di corrivazione è dunque il tempo impiegato da una goccia a raggiungere, da punto in cui cade (sottobacino), la sezione di chiusura.

Considerando l'area di intervento come un unico bacino in relazione alle principali caratteristiche di permeabilità, e assumendo che:

- la precipitazione sia uniformemente distribuita sull'area di intervento;
- come valore di intensità di pioggia viene adottato quello corrispondente al tempo di corrivazione tc e pari a 15 minuti, fattore cautelativo in quanto l'effettivo tempo di corrivazione risulta pari a 6 minuti.

Si ottiene una portata complessiva di 0,224 mc/s così come indicato nella tabella di seguito.

Tabella 2: Calcolo della portata delle acque bianche con il metodo della corrivazione.

Tipologia di area	Coefficiente di deflusso	Superficie (m2)	Intensità di pioggia (mm/h)	Portata complessiva (mc/sec)
Superficie impermeabili	1	15.973	50,55	0,224

6.0 MODALITÀ DI INTERVENTO

Il controllo e la gestione delle acque pluviali, secondo quanto previsto dal Regolamento Regionale 07/2017 (art. 5) dovrebbe essere eseguita attraverso sistemi che garantiscano il riuso, l'infiltrazione e l'evapotraspirazione delle stesse, nello specifico è addirittura previsto un ordine di priorità (art.5 comma 3):

- riuso dei volumi stoccati in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità; quali inaffiamenti, giardini, acque grigie e di lavaggio di pavimenti e auto;
- infiltrazione nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, compatibile con le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche e con le normative vigenti;
- scarico in corpo idrico superficiale, naturale, artificiale con limiti di portata identificati dal R.R. 07/2017 o in fognatura.

Obbiettivo principale di tale regolamento è infatti quello di preservare le risorse idrogeologiche e ridurre gli effetti degli scarichi urbani sulle portate di piena dei corsi d'acqua recettori finali.

In tale ottica, la società Equinix, sensibile alla tutela del territorio e cosciente della necessità di preservare le risorse ambientali, ha previsto una serie di opere di invarianza idraulica costituite da:

1) un sistema di raccolta delle acque piovane composto da una serie di pozzetti ispettivi e tubazioni di collettamento, che permetto di contenere oltre 50 m^3;
2) una vasca di laminazione della capienza di 725 m^3, in grado di gestire eventi piovosi con Tr = 50 anni, così come richiesto dal Regolamento Regionale – realizzata per il ML 5.1 e dunque già esistente;
3) un bacino di infiltrazione delle acque meteoriche, con capienza di 100 m^3, in grado di gestire, in maniera diretta, lo smaltimento per infiltrazione nei livelli di suolo superficiali (primi 0,50 m da p.c.) delle acque meteoriche degli eventi pluviali di minore entità (con tempi di ritorno compresi tra 2 e 5 anni) – realizzata per il ML 5.1 e dunque già esistente;
4) un tank di accumulo e raccolta delle acque piovane provenienti dal tetto dell'edificio principale, di capienza pari a 5 m^3, connesso all'intera rete di raccolta delle acque – installato per il ML 5.1 e dunque già esistente;
5) ampliamento del bacino di infiltrazione già realizzato per il ML 5.1 (30 m^3) portando la capienza complessiva a 130 m^3, in grado di gestire, in maniera diretta, lo smaltimento per infiltrazione nei livelli di suolo superficiali (primi 0,50 m da p.c.) con tempi di ritorno compresi tra 2 e 5 anni);
6) nuovo bacino di infiltrazione (bacino nord) delle acque meteoriche, con capienza di 348 m^3, in grado di gestire, in maniera diretta, lo smaltimento per infiltrazione nei livelli di suolo superficiali (primi 0,90 m da p.c.) delle acque meteoriche degli eventi pluviali di minore entità (con tempi di ritorno compresi tra 2 e 5 anni);
7) nuovo bacino di infiltrazione (bacino ovest) delle acque meteoriche, con capienza di 70 m^3, in grado di gestire, in maniera diretta, lo smaltimento per infiltrazione nei livelli di suolo superficiali (primi 0,50 m da p.c.) delle acque meteoriche degli eventi pluviali di minore entità (con tempi di ritorno compresi tra 2 e 5 anni).

6.1 Verifica dei requisiti minimi di invarianza idraulica e dei principali parametri ambientali / progettuali

La scelta progettuale che ha portato alla definizione delle opere di invarianza, si è basata su una serie di osservazioni / assunzioni di carattere ambientale e progettuale; tra cui:

- da un punto di vista prettamente ambientale:
  - le indagini geologiche e geotecniche eseguite in sito (paragrafo 4.1.1) hanno evidenziato la presenza, soprattutto nei livelli più superficiali del terreno la presenza di depositi ghiaioso – sabbiosi, adatti a disperdere acque di infiltrazione;
  - un andamento piezometrico rilevato in sito, tra il 2018 e il 2019, compreso tra i 4,60 m (aprile 2019) e i 3,0 m (agosto 2018) da p.c., non risulta idoneo all'installazione di pozzi perdenti, considerando la necessità di mantenere un franco di sicurezza tra il fondo pozzo e la superficie piezometrica indicativamente di almeno 2 m (*Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile; Politecnico di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, CAP Holding Spa, 2018*).
- per quanto riguarda la tipologia in intervento:
  - le attività lavorative previste in sito (data center) non prevedono alcun possibile riutilizzo di acqua meteorica, per nessuna tipologia di lavorazione;
  - il ridotto numero di personale che verrà impiegato all'interno dell'area riduce di molto, rendendola superflua, la possibilità di riutilizzo dell'acqua piovana per scopi sanitari/civili;
  - la limitata presenza di aree verdi, per le quali non sono previste particolari colture, rende di fatto inutile l'installazione di apposito impianto di irrigazione per il quale poteva essere utilizzata parte dell'acqua piovana.

Tali aspetti, unitamente ai requisiti minimi di invarianza definiti dal Regolamento Regionale, hanno permesso di realizzare rispetto ai criteri della prima fase (ML 5.1):

- un sistema di raccolta delle acque piovane composto da una serie di pozzetti ispettivi e tubazioni di collettamento, che permetto di contenere oltre 50 m^3;
- un tank di accumulo e raccolta delle acque piovane provenienti dal tetto dell'edificio principale, di capienza pari a 5 m^3, connesso all'intera rete di raccolta delle acque;
- un bacino di infiltrazione (bacino sud) della capienza di 100 m^3, in grado di gestire in maniera diretta lo smaltimento, degli eventi meteorici di minore entità (Tr = 2/5 anni);
- una vasca di laminazione della capienza di 725 m^3, in grado di gestire eventi piovosi con Tr = 50 anni.

e di dimensionare, relativamente alla seconda fase (ML 5.2):

- l'ampliamento del bacino sud per ulteriori 30 m^3;
- la realizzazione del bacino nord della capienza di circa 348 m^3, in grado di gestire in maniera diretta lo smaltimento, degli eventi meteorici di minore entità (Tr = 2/5 anni);
- la realizzazione del bacino ovest della capienza di circa 70 m^3, in grado di gestire in maniera diretta lo smaltimento, degli eventi meteorici di minore entità (Tr = 2/5 anni);
- una portata massima di scarico direttamente nei recettori pari a 15,97 l/sec (art.8 comma 1a), pari a $Q_{u,max}$=10 l/s·$ha_{superficie\ scolante\ impermeabile.}$).

I sistemi descritti permetteranno di rispettare il volume minimo richiesto in relazione alla superficie complessiva dell'area di intervento ML 5.1+ML 5.2, pari a 1,59 ettari (da art.12, comma 2 e 3, risulta: W_{min}=800 mc $ha_{superficie\ impermabile}$*=15.973 m^2),*

Poiché, la vasca di laminazione ed il bacino di infiltrazione sud di capienza pari a 100 m^3, sono già presenti in sito, nel successivo capitolo verrà riportato il dimensionamento dei nuovi bacini di infiltrazione (nord ed ovest) e l'ampliamento del bacino sud.

Nell'immagine sottostante (**Figura 18**) vengono identificate le opere di invarianza idraulica esistenti e da realizzare.

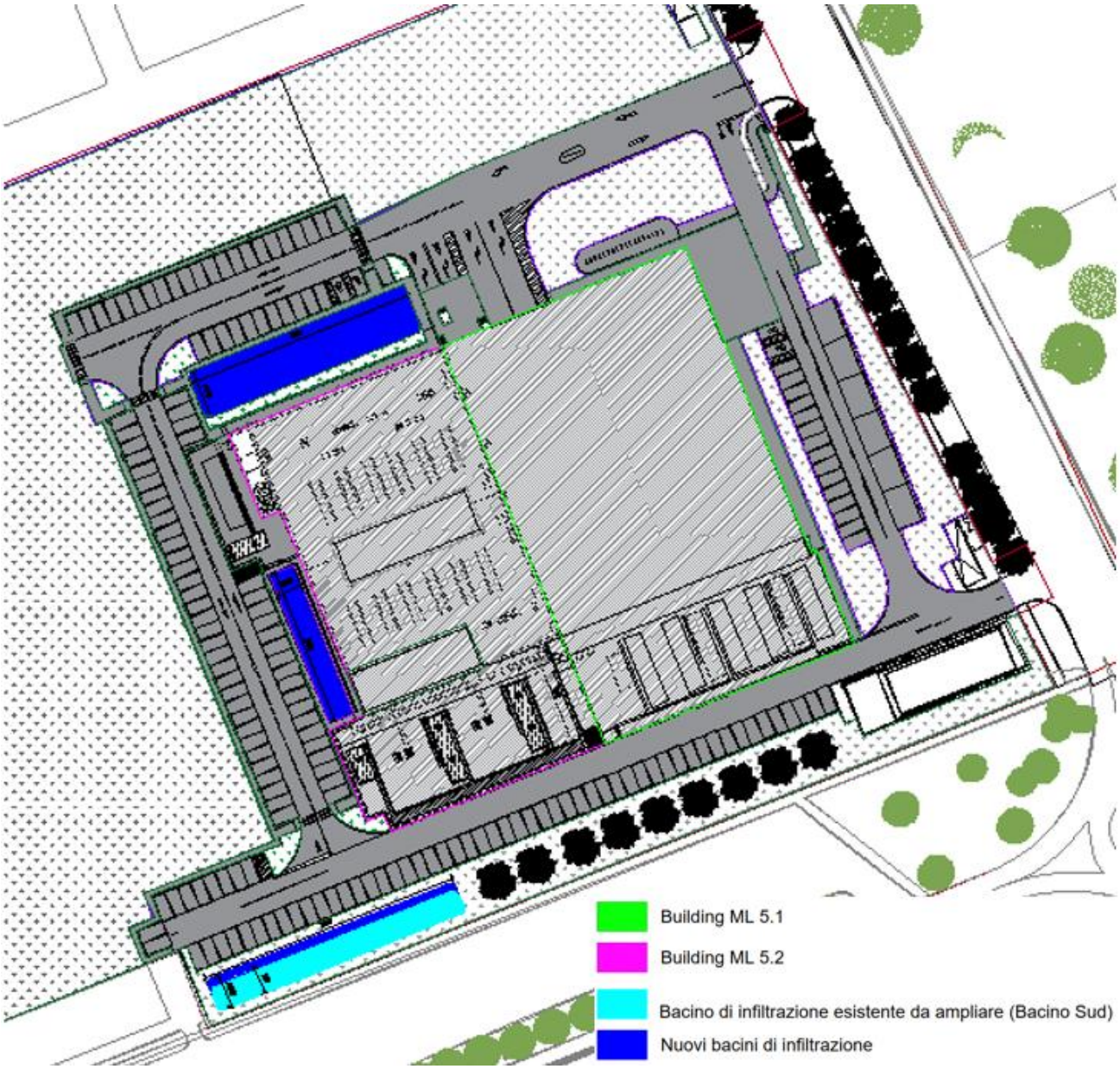


Figura 18: Complesso delle opere di invarianza idraulica per la gestione delle acque meteoriche nelle aree di pertinenza di ML 5.1 e ML 5.2 Building 1 e del Building 2

6.2 Dimensionamento del bacino di infiltrazione

6.2.1 Bacino nord

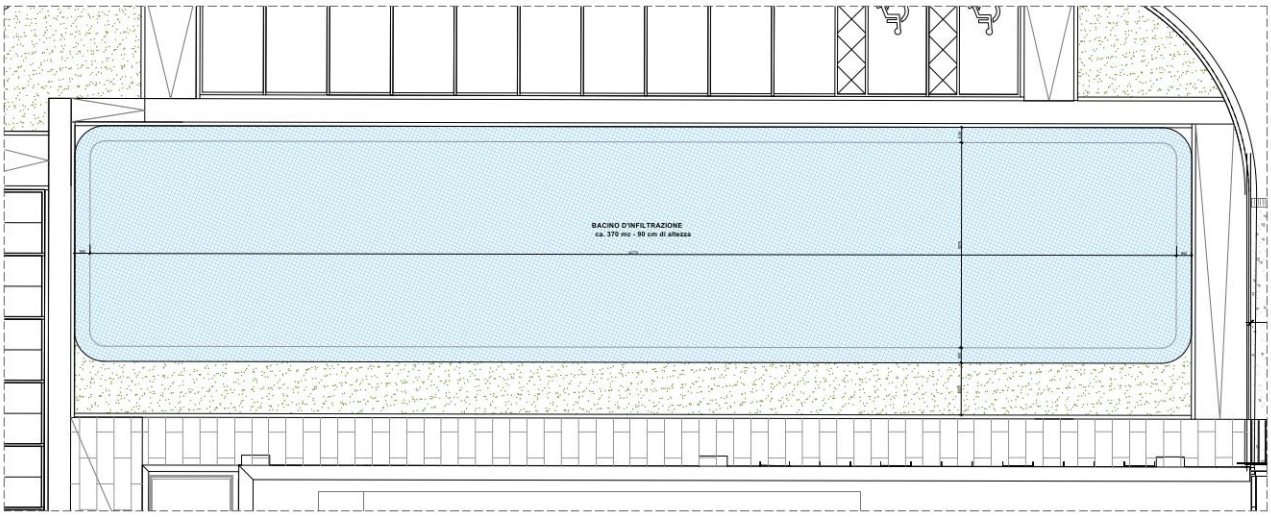
L'aggiornamento progettuale prevede la realizzazione di nuovi bacini di infiltrazione capaci di gestire le portate degli eventi meteorici meno intensi, rispetto a quella prevista da Regolamento, ma con frequenza maggiore.

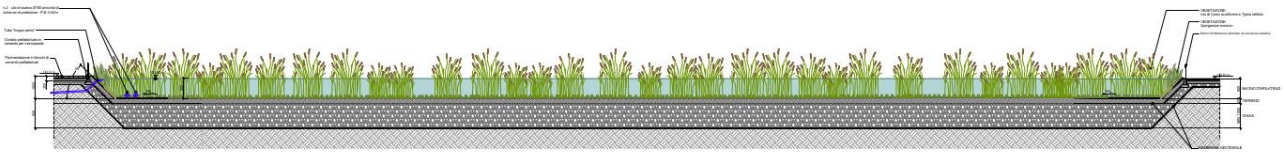
Nell'area nord dell'edificio ML 5.2 verrà realizzato un bacino di infiltrazione (bacino nord) corrispondente ad una depressione del terreno di larghezza massima pari a 44 m, lunghezza di 9,3 m e profondità di 0,9 m (utile 0,85 m) la cui ubicazione è riportata in **Figura 18.**

Al di sotto del nuovo bacino verrà posto del materiale drenante (ghiaia), così da migliorare le caratteristiche di infiltrazione del suolo stesso e ridurre i tempi di infiltrazione delle acque. Il fondo del bacino verrà riempito con materiale di coltivo e potrà essere seminato a prato o con biotipi adeguati.

Così costituito il nuovo bacino sarà in grado di contenere un quantitativo di acqua pari a circa 348 m^3, equivalente ad evento di pioggia con Tr=50 anni, tempo di precipitazione di 30 minuti e una portata di deflusso pari a 0,0122 m^3/sec.

In **Figura 19** si riporta una vista in sezione del nuovo bacino di infiltrazione, mentre in **Figura 20** e **Figura 21** vengono presentati alcuni esempi di letteratura di come potrebbe apparire a realizzazione avvenuta.





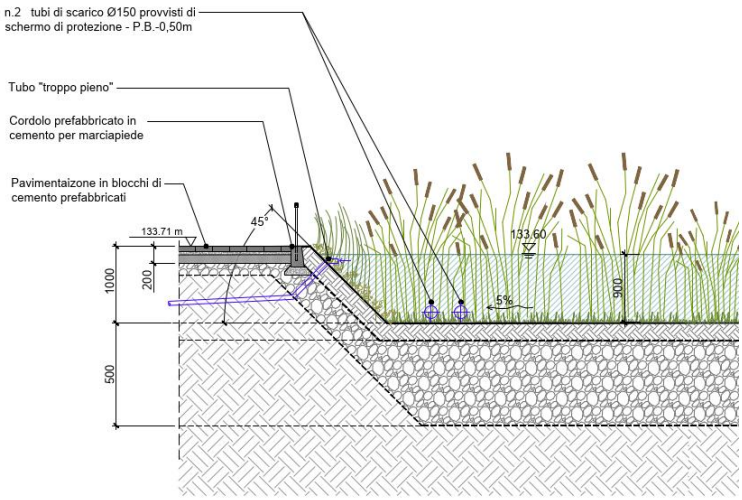


Figura 19: Sezione del bacino di infiltrazione di nuova realizzazione (Fonte tavola: ML052-ARP-00-ZZ-PE-A-ZZZZ-3001_Bacino d'infiltrazione-Dettaglio).

Figura 20: Esempio di piccolo bacino di infiltrazione riempito dopo una precipitazione intensa (fonte: Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile; Politecnico di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, CAP Holding Spa, 2018)

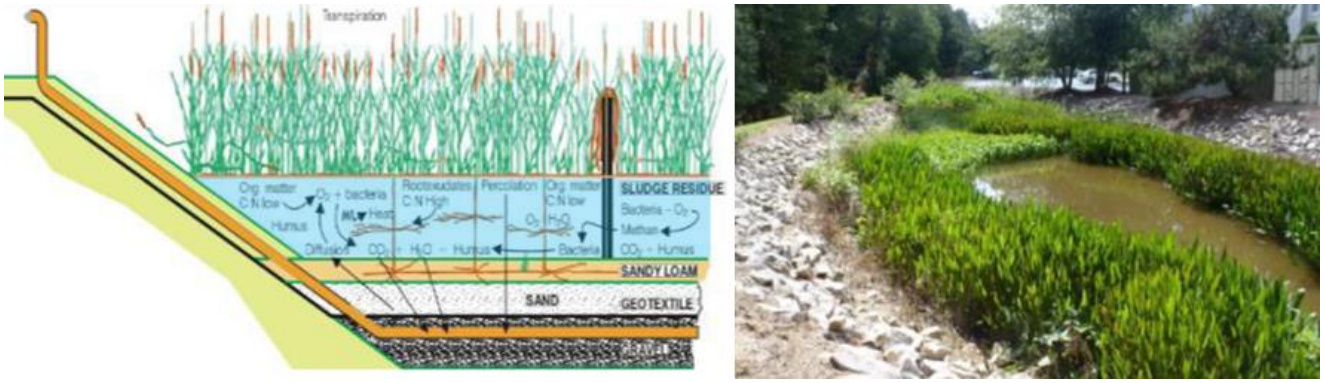


Figura 21: Esempio di bacino di infiltrazione con sistemi vegetati con capacità di laminazione e depurazione Wetlands (Stagni di ritenzione)

6.2.2 Bacino ovest

Ai fini di limitare la quantità di acqua destinata al recettore finale, il progetto ha previsto un bacino di infiltrazione capace di gestire la portata degli eventi meteorici meno intensi, rispetto a quella prevista da Regolamento, ma con frequenza maggiore.

Si è pertanto stimato un bacino di infiltrazione corrispondente ad una depressione del terreno avente le seguenti dimensioni: larghezza pari a 4,7 m; lunghezza pari a 30 m e profondità di 0,55 m (utile 0,50 m); al di sotto di tale opera verrà posto del materiale drenante (ghiaia), così da migliorare le caratteristiche di infiltrazione del suolo stesso e ridurre i tempi di infiltrazione delle acque (**Figura 22** e **Figura 23**). Il fondo del bacino sarà riempito con materiale di coltivo e seminato a prato.

Così costituito tale bacino sarà in grado di contenere un quantitativo di acqua pari a 70 m^3, equivalente ad evento di pioggia con Tr=50 anni, tempo di precipitazione di 30 minuti e una portata di deflusso pari a 0,002 m^3/sec.

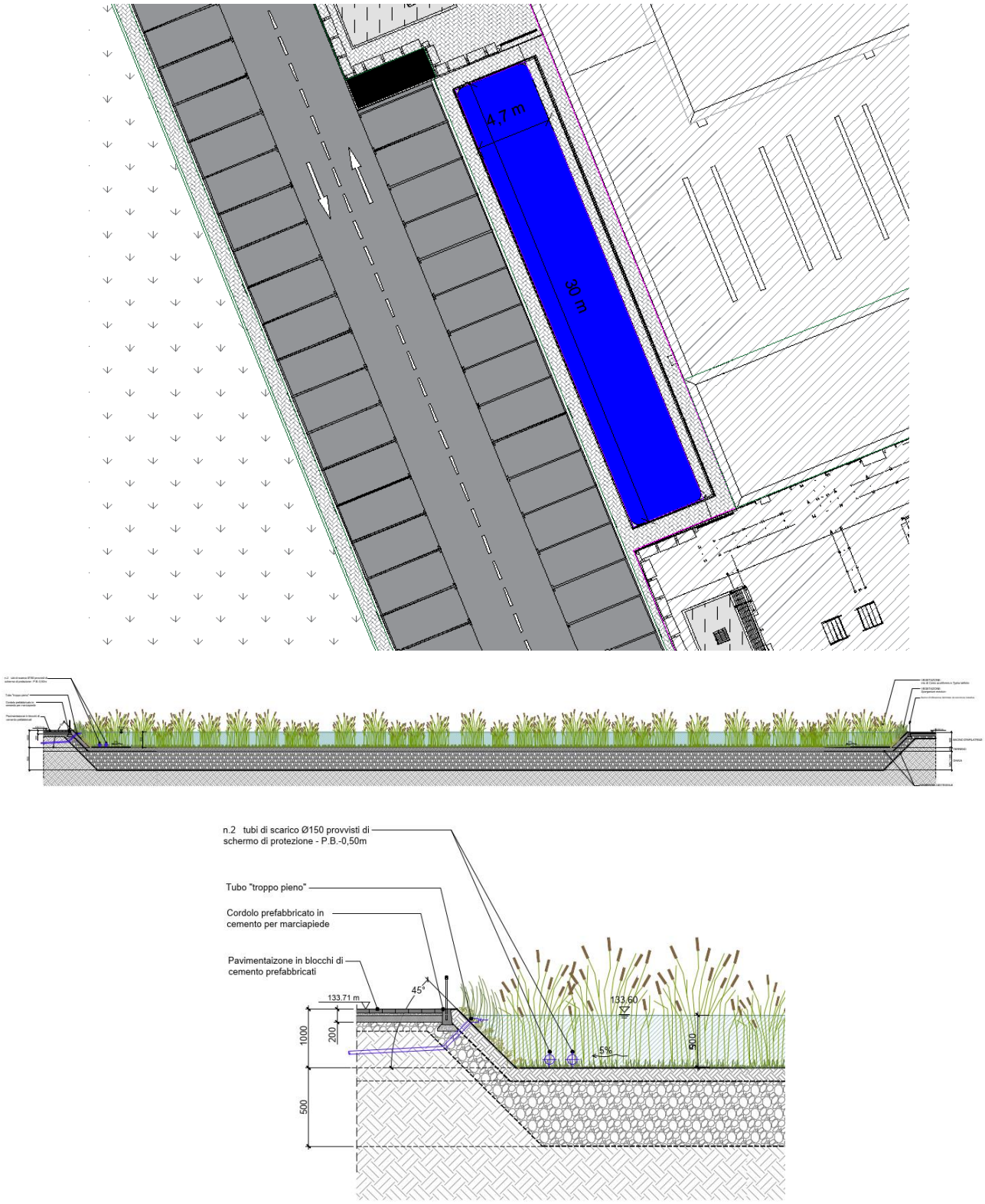


Figura 22: Particolare costruttivo del bacino di infiltrazione ovest

Figura 23: Esempio di piccolo bacino di infiltrazione riempito dopo una precipitazione intensa (fonte: Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile; Politecnico di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, CAP Holding Spa, 2018)

6.2.3 Ampliamento bacino sud

Ai fini di limitare la quantità di acqua destinata al recettore finale, il progetto ML 5.1 aveva previsto la realizzazione di un bacino di infiltrazione di dimensioni pari a 5 m di larghezza, 50 m di lunghezza e profondità di 0,50 m (utile 0,45 m).

Al fine di garantire la fruibilità anche per il progetto ML 5.2 il bacino esistente verrà ampliato di circa 1,20 m per tutta la lunghezza e profondità pari a 0,50 m (utile 0,45 m) fino ad ottenere un unico bacino avente le seguenti dimensioni 6,0 m x 50 m x 0,50 m di profondità per un totale di circa 130 m^3.

Come per l'esistente anche al di sotto dell'ampliamento verrà posto del materiale drenante (ghiaia), così da migliorare le caratteristiche di infiltrazione del suolo stesso e ridurre i tempi di infiltrazione delle acque (**Figura 24** e **Figura 23**). Il fondo del bacino sarà riempito con materiale di coltivo e seminato a prato.

Così costituito tale bacino sarà in grado di contenere un quantitativo di acqua pari a circa 130 m^3, equivalente ad evento di pioggia con Tr=50 anni, tempo di precipitazione di 30 minuti e una portata di deflusso pari a 0,0035 m^3/sec.

I quantitativi di acqua gestibili da tale bacino, al momento di difficile determinazione, risulteranno in realtà maggiori, in quanto la vasca di attenuazione permetterà di contenere tutta l'acqua in eccesso che il bacino di infiltrazione non riesce a gestire istantaneamente, rilasciando la stessa dalla vasca verso il bacino in maniera graduale così da permettere l'infiltrazione nel terreno.

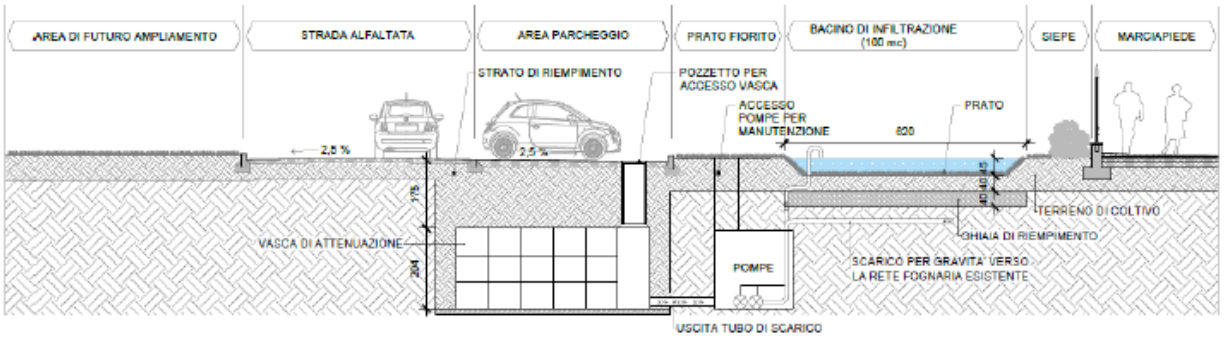


Figura 24: Particolare costruttivo del bacino di infiltrazione

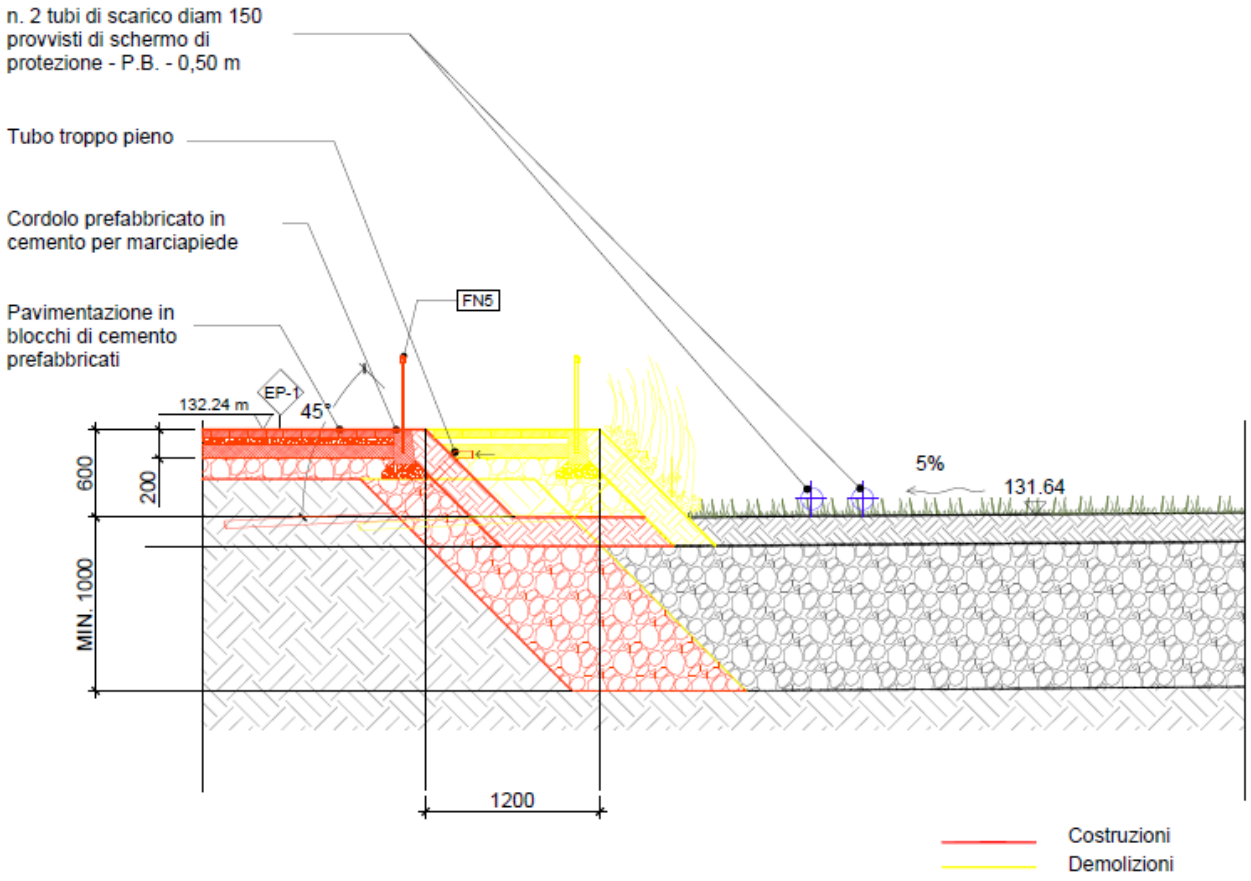


Figura 25: Dettagli costruzioni/demolizioni ampliamento del bacino

7.0 PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DELL'OPERA DI INVARIANZA

La manutenzione programmata degli invasi è indispensabile per ottenere una reale efficacia e mantenere in efficienza le vasche di raccolta delle acque meteoriche. La naturale tendenza a sedimentare del materiale trasportato durante gli eventi meteorici sul fondo riduce progressivamente l'efficienza delle vasche stesse (riduzione dei volumi utili).

Il presente capitolo costituisce pertanto una descrizione dei principali interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria previsti per la sopra citata opera di invarianza idraulica e per la relativa rete di raccolta delle acque.

7.1 Manutenzione programmata della rete di raccolta delle acque piovane

Per manutenzione programmata delle reti drenanti, pozzetti e caditoie si intendono gli interventi di pulizia, lavaggio, e spurgo di tutti gli elementi sopra citati, di facile accesso, condotte in conformità alle istruzioni del fabbricante, effettuati secondo una frequenza programmata.

La manutenzione programmata, eseguita sia sulla rete interrata che sui pozzetti e le caditoie, comprenderà:

- Verifiche visive dello stato di conservazione dei pozzetti e delle caditoie con cadenza annuale.

A seguito dei risultati ottenuti da tali verifiche potrà essere necessario:

- In presenza di sedimenti sciolti lungo la linea, prevedere delle attività di manutenzione straordinaria comprendenti:
  - spurgo e pulizia di condotte fognarie, da eseguirsi con apposito mezzo idropulente ed aspirante, con modulazione della pressione dell'acqua di lavaggio;
  - lavaggio dei condotti, con uno o più passaggi;
  - aspirazione dei residui risultanti e relativo smaltimento degli stessi.
- In presenza di eventuali rotture o malfunzionamenti delle opere sopracitate, provvedere alla loro sostituzione o riparazione attraverso opportuna manutenzione straordinaria.

Le registrazioni relative alla pulizia e alla manutenzione saranno messe a disposizione delle Autorità, a loro richiesta, e conterranno le osservazioni su eventi specifici (per esempio riparazioni, incidenti).

7.2 Manutenzione programmata del disoleatore

L'impianto di raccolta delle acque piovane comprenderà, così come indicato nella descrizione progettuale riportata nei precedenti capitoli, un sistema di separazione dei liquidi leggeri (disoleatore).

Anche in questo caso si prevede che tutte le parti da sottoporre a una regolare manutenzione risulteranno di facile accesso.

Le operazioni di controllo dovranno essere condotte in conformità alle istruzioni del fabbricante, e comprenderanno:

- la verifica che il manufatto non presenti danneggiamenti;
- la pulizia dei filtri e di tutte le componenti presenti.

7.3 Manutenzione programmata della vasca di laminazione, dei bacini di infiltrazione e del punto di scarico

La manutenzione programmata della vasca di laminazione e dei bacini di infiltrazione previsti quali opere di invarianza idraulica consisterà negli interventi di verifica ispettiva e pulizia delle stesse, in conformità alle istruzioni del fabbricante, secondo una frequenza di seguito indicata.

La manutenzione ordinaria sarà composta dalle seguenti attività:

- verifica visiva dello stato di conservazione delle opere;
- spurgo e pulizia delle tubazioni in ingresso e uscita dalla vasca di laminazione, da eseguirsi con apposito mezzo idropulente ed aspirante, con modulazione della pressione dell'acqua di lavaggio.

La manutenzione programmata comprenderà:

- Verifiche visive dello stato di conservazione della vasca e dei bacini di infiltrazione con cadenza semestrale;
- Controllo periodico dei tubi di collegamento, oltre che delle altre strutture, con cadenza semestrale;

A seguito dei risultati ottenuti da tali verifiche potrà essere necessario:

- In presenza di materiale all’interno dei bacini di infiltrazione, la rimozione e smaltimento dei sedimenti trasportati dal deflusso, e il dissodamento del terreno tramite ripuntatori;
- In presenza di occlusioni presenti nel tubo di scarico della vasca, la pulizia manuale dello stesso e il ripristino delle relative funzionalità;
- In presenza di sedimenti, prevedere delle attività di manutenzione straordinaria comprendenti:
    - spurgo e pulizia da eseguirsi con apposito mezzo idropulente ed aspirante, con modulazione della pressione dell'acqua di lavaggio;
    - lavaggio di tutte le componenti con uno o più passaggi;
    - aspirazione dei residui risultanti e relativo smaltimento degli stessi.
- In presenza di eventuali rotture o malfunzionamenti di elementi che costituiscono la vasca, provvedere alla loro sostituzione o riparazione attraverso opportuna manutenzione straordinaria.

Le registrazioni relative alla pulizia e alla manutenzione saranno messe a disposizione delle Autorità, a loro richiesta, e conterranno le osservazioni su eventi specifici (per esempio riparazioni, incidenti).

Pagina delle firme

WSP ITALIA S.r.l.

Paolo Mattiuz
Project Director

Federica Ravasi
Dott. Geol.

C.F. e P.IVA 03674811009
Registro Imprese Torino
R.E.A. Torino n. TO-938498
Capitale sociale Euro 105.200,00 i.v.

c:\users\wds_paolo.mattiuz\downloads\2024.04.24 - invarianza arup 2024.docx

wsp.com